

## Trabajo Fin de Máster

Paleobiodiversidad, evolución, bioestratigrafía  
y paleobiogeografía de los microvertebrados del  
yacimiento de Vallipón, Teruel y revisión de las  
faunas de microvertebrados del tránsito  
Jurásico-Cretácico de la Península Ibérica.

Autor/es

Circe María Gómez Aguas

Director/es

Gloria Cuenca Bescós

Facultad de Ciencias | Departamento de Ciencias de la Tierra  
2021

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>HISTORIA Y ANTECEDENTES DE VALLIPÓN</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO</b>	<b>6</b>
Historia geológica de la Cuenca Mesozoica	6
Cuenca Cretácica del Maestrazgo	7
Subcuenca de Morella	7
El yacimiento de Vallipón	7
Edad Bioestratigrafía de Vallipón	8
Paleogeografía de Vallipón (Barremiense superior, Cretácico inferior)	8
Estratigrafía de Vallipón	9
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>12</b>
Bibliografía	12
Nomenclatura	13
Laboratorio	14
Laboratorio de lavado	14
FESEM (microscopio electrónico de barrido de emisión de campo)	16
DRX (análisis de difracción de rayos X)	17
Trabajo de seminario	17

Trabajo de campo	18
Materiales	18
<b>RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL SEDIMENTO (DRX)</b>	<b>19</b>
<b>SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS PREVIOS DE LA PALEONTOLOGÍA DE VALLIPÓN Y VALLIPÓN BLOQUE IV</b>	<b>21</b>
Resultados de Vallipón Bloque IV	22
Invertebrados	22
Vertebrados	22
<b>SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS DE LA BIBLIOGRAFÍA DE LOS YACIMIENTOS DEL TRÁNSITO JURÁSICO-CRETÁCICO EN LA PENÍNSULA IBÉRICA</b>	<b>39</b>
Jurásico	40
Cretácico	41
<b>DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN</b>	<b>45</b>
Yacimiento de Vallipón	45
Bioestratigrafía	45
DRX	45
Paleobiodiversidad y paleoecología	46
Yacimientos de la Península Ibérica	49
Paleobiogeografía	49
Paleoecología	49
Paleobiodiversidad	50
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>

## Resumen

Los microvertebrados se encuentran representados en todos los grandes grupos de vertebrados como son peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. La definición de microvertebrado incluye a todas aquellas especies de vertebrados, en general de talla corporal reducida, que requieren técnicas microscópicas para su estudio. Los yacimientos que contienen restos fósiles de gran tamaño no tienen por qué ser los más idóneos para la preservación de los microvertebrados.

El yacimiento del Cretácico temprano de Vallipón contiene una elevada biodiversidad, representada por 42 taxones, pero en el Bloque IV se han reconocido 18 taxones de vertebrados y abundantes restos fósiles de invertebrados (Phylum Mollusca). Es una biodiversidad menor debido a la menor cantidad de material procesado. Los microvertebrados representados en Vallipón Bloque IV son *Hybodus parvidens*, *Lonchidion breve*, *Lissodus sp.*, *Pseudohypolophus mcultyui*, *Rhinobatos cf. Halteri*, *Eoptolamna eccentricolopha*, *Protolamna cf. Sokolovi*, *Lepidotes sp.*, *Lepisosteiformes*, *Pycnodontidae indet.*, *Amiidae indet.*, *Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.*, *Goniopholis sp.*, *Paramacellodidae indet.*, *Theoropoda indet.*, *Pterodactiloidea indet.* y *Crocodylomorpha indet.* El 95% de los organismos reconocidos pertenecen a medios acuáticos y el 5% a organismos continentales.

La formación del yacimiento de Vallipón ha sido interpretada como un medio transicional de origen marino por acción de depredadores, como depredador principal *Pterodactiloidea indet.* Además se puede suponer que en la zona existirían otros depredadores. En la zona de acumulación de restos hay presencia de cuarzo detrítico, así como restos con una abrasión moderada debido al transporte por lo que indicaría una acumulación debida a un flujo de agua proveniente del continente. Los restos que muestran una abrasión y un desgaste elevado o una fractura se podría deber al retrabajamiento del material por acción del oleaje.

Finalmente, en comparación con otros yacimientos del Barremiense superior Vallipón se formaría en condiciones marinas y tendría un acumulador de estos restos. En la mayoría de los yacimientos cercanos a Vallipón los paleoambientes interpretados corresponden a medios palustres lacustres sin un acumulador definido.

## Abstract

Microvertebrates are represented in all major vertebrate groups such as fish, amphibians, reptiles, birds and mammals. The definition of microvertebrates includes all vertebrate species, generally of small body size, which require microscopic techniques for their study. Sites containing large fossil remains are not necessarily the most suitable for the preservation of microvertebrates.

The Early Cretaceous Vallipón site contains a high biodiversity, represented by 42 taxa, but in Block IV, 18 vertebrate taxa and abundant invertebrate fossil remains (Phylum Mollusca) have been recognised. This is a lower biodiversity due to the smaller amount of material processed. The microvertebrates represented in Vallipón Block IV are *Hybodus parvidens*, *Lonchidion breve*, *Lissodus sp.*, *Pseudohypolophus mcultyui*, *Rhinobatos cf. Halteri*, *Eoptolamna eccentricolopha*, *Protolamna cf. Lepisosteiformes*, *Pycnodontidae indet.*, *Amiidae indet.*, *Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.*, *Goniopholis sp.*, *Paramacellodidae indet.*, *Theoropoda indet.*, *Pterodactyloidea indet.* and *Crocodylomorpha indet.* Ninety-five percent of the recognised organisms belong to aquatic environments and 5% to continental organisms.

The formation of the Vallipón site has been interpreted as a transitional environment of marine origin due to the action of predators, the main predator being *Pterodactyloidea indet.* It can also be assumed that there are other predators in the area. In the area of accumulation of remains there is the presence of detrital quartz, as well as remains with moderate abrasion due to transport, which would indicate an accumulation due to a flow of water from the continent. Debris showing high abrasion and weathering, or fracturing could be due to reworking of the material by wave action.

Finally, in comparison with other Upper Barremian sites, Vallipón would have formed in marine conditions and would have an accumulator of these remains. In most of the sites near Vallipón, the palaeoenvironments interpreted correspond to palustrine lacustrine environments without a defined accumulator.

## Introducción

En este trabajo nos centraremos en realizar un estudio de las asociaciones de microvertebrados del material extraído del yacimiento de Vallipón (Castellote, Teruel), siglado como Vallipón Bloque IV. Con los datos obtenidos se revisará la paleobiodiversidad, la evolución de los organismos y la paleobiogeografía.

En la actualidad, la definición de microvertebrado incluye a todas aquellas especies de vertebrados, en general de talla corporal reducida, que requieren técnicas microscópicas para su estudio. Los microvertebrados se encuentran representados en todos los grandes órdenes de vertebrados como son peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Sus restos fósiles son diversos: osteodermos (placas mineralizadas de algunos anfibios, reptiles y mamíferos), otolitos (concreciones de carbonatos cálcico-acelulares en el oído interno de muchos peces actinoptergios), cáscaras de huevo, huesos y dientes aislados. Las piezas dentales de los microvertebrados son uno de los elementos con mayor importancia ya que permiten identificar la especie a la que corresponden y son los restos que resisten con mayor facilidad el proceso de fosilización, por lo que algunos de los grupos de los micromamíferos son conocidos casi exclusivamente por dientes aislados (Cuenca-Bescós et al., 2011).

Los restos de microvertebrados se acumulan, por la acción de otros organismos, corrientes de agua y/o aire pero en su mayoría, los actuales, por la acción de predadores como cuervos, alcaudones y distintas aves rapaces, que devoran a estos microvertebrados, digiriendo las partes blandas y desechando mediante la regurgitación la piel, el pelo y los huesos (agregados conocidos como egagrópilas). Las asociaciones de estos microvertebrados pueden ser una buena manera de entender cómo interactuaban y que tipo de ambiente estaba registrado en ese yacimiento, es decir, llegar a comprender el modo de vida, las relaciones faunísticas y la situación ambiental presente.

El estudio de los microvertebrados no está ligado a una campaña de campo, si no a la labor de lavado de grandes cantidades de sedimento y su triado posterior. Por lo que los descubrimientos no son inmediatos, sino que pueden tener lugar a meses o incluso años más tarde (Cuenca-Bescós et al., 2011) y esto explica el fuerte sesgo frente a los animales de mayor tamaño

Esto, a su vez, conduce a una subestimación de su diversidad, haciéndolos parecer relativamente infrecuentes (Carrano & Velez-Juarbe, 2006) y haciendo difícil estimar la

abundancia relativa de fósiles de un conjunto de microvertebrados utilizando únicamente colecciones superficiales (Guillaume, 2019).

Las asociaciones de microfósiles y los restos aislados se han muestreado desde finales del siglo XIX aunque se hace más frecuente desde mediados de la década de 1950. En ese momento en el Mesozoico se centró la atención sólo en los mamíferos, especialmente en los del Cretácico Superior, con el fin de estudiar su evolución, taxonomía, bioestratigrafía y biogeografía (Brinkman et al., 2005). Más tarde, se utilizaron microvertebrados, no mamíferos, para interpretar la paleoecología y rápidamente se observó que un entorno tafonómico que permitiera la preservación de los dinosaurios no era necesariamente el más adecuado para los microvertebrados (Guillaume et al., 2018).

Los microvertebrados son extremadamente sensibles a los cambios ambientales por lo que son buenos indicadores en bioestratigrafía, biocronología y paleoecología. Por lo tanto, los fósiles tienen una gran importancia a la hora de correlacionar cronológicamente unidades estratigráficas separadas en el espacio. Las primeras o últimas apariciones de las distintas especies de microvertebrados en el registro fósil pueden llegar a contribuir a establecer biocrones o biozonas susceptibles de comparación con otros registros cronoestratigráficos como el geológico o el isotópico, entre otros.

Sin embargo, para hacer inferencias paleoecológicas es necesario conocer el hábitat, el modo de vida, cómo se relacionan unos grupos con otros y las preferencias medioambientales de las distintas especies en el pasado. Una vez se tienen determinadas las especies presentes en el yacimiento, mediante sistemática, y la contabilización de los restos se los divide en función de sus preferencias ecológicas y se combinan con la información cronológica del entorno para obtener las reconstrucciones medioambientales aproximadas (Rofes, 2014).

En la realización de inferencias ecológicas y análisis paleontológicos la calidad tafonómica, así como la elección de las muestras a comparar, cobra gran importancia. Siendo así, la comparación de localidades que compartan una misma historia tafonómica y un mismo proceso de estudio dará resultados más fiables. Además, los ambientes deposicionales son retrabajados hasta la localización fósil debido a causas geológicas, lo que resulta en que las facies preservadas sean alóctonas al sitio de acumulación, por lo tanto, no es adecuado utilizar el contexto de las facies como un referente de la asociación faunística de la zona (Guillaume et al., 2018).

## **Historia y antecedentes de Vallipón**

El yacimiento de Vallipón fue descubierto por el paleontólogo Eladio Liñán en 1993 mientras realizaba una visita al yacimiento de troncos fósiles “El Barranquillo” con los miembros del Grupo de Estudios Masinos (GEMA) (Ruiz Omeñaca et al., 2001). El hallazgo de restos de vertebrados hizo que se recogieran muestras de dicho nivel fosilífero, que estaban dispersos debido a la ampliación del camino rural que enlaza la población de Mas de las Matas con los campos de cultivo (donde se encuentran troncos fósiles). El nombre viene dado por el poblado medieval de Vallipón (actualmente destruido), un enclave arqueológico cercano en cuyas construcciones se han encontrado fragmentos rocosos del yacimiento paleontológico (Ruiz-Omeñaca et al., 2001).

Vallipón podría corresponder al yacimiento denominado “Castellote NE”, descubierto por un geólogo francés en 1968 (Ruiz-Omeñaca et al., 2001).

El yacimiento de Vallipón ha sido estudiado por los geólogos, especialmente los estratígrafos y paleontólogos de la Universidad de Zaragoza desde 1988, y han colaborado en el estudio paleontólogos de la Universidad del País Vasco y del Museo Nacional de Historia Natural de París, además de miembros del GEMA, institución que ha otorgado varias Ayudas a la Investigación "Museo de Mas de las Matas" a los miembros del equipo de investigación. Los fósiles de vertebrados, recuperados desde 1993, se conservan en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza, y en el Museo de Mas de las Matas.

## **Objetivo**

El objetivo principal es estudiar el contenido fósil de los restos directos de microvertebrados del yacimiento de Vallipón Bloque IV. Con este estudio paleontológico se pretende:

- Describir, identificar y clasificar los taxones presentes en el yacimiento de Vallipón Bloque IV.
- Hacer una primera evaluación de la riqueza del Bloque IV de Vallipón.
- Analizar la paleobiodiversidad y paleobiogeografía del Bloque IV de Vallipón.
- Comparar la paleobiodiversidad y la riqueza relativa del yacimiento de Vallipón con los yacimientos del Barremiense superior de la Península Ibérica.
- Realizar un aporte de información fosilífera al yacimiento, así como llegar a deducir el ambiente de formación y la paleoecología registrada en el yacimiento.



- Comenzar a familiarizarse con la clasificación sistemática de los principales grupos de microvertebrados representados en el Cretácico inferior (Mesozoico) y con el uso de la terminología científica empleada en las descripciones anatómicas.

Como subobjetivo se pretende estudiar la paleobiodiversidad, la evolución, la bioestratigrafía y la paleobiogeografía de los microvertebrados del tránsito Jurásico–Cretácico en los distintos yacimientos de la Península Ibérica a través de la revisión bibliográfica creando una base de datos y una matriz de presencia-ausencia.

## **Contexto geográfico y geológico**

### Historia geológica de la Cuenca Mesozoica

La Cuenca Ibérica es una amplia Cuenca Mesozoica intracratónica situada en el noreste de Iberia, donde la sedimentación alcanzó los 6,5 km ([Guimerà & Salas, 1996](#)).

Su desarrollo durante el Mesozoico está relacionado con una rotación en sentido contrario a las agujas del reloj de la placa ibérica y el adelgazamiento de la corteza. Este adelgazamiento ocurrió en el Paleógeno, dando lugar a las actuales subcuencas. En general, se identifican dos fases de rifting que abarcan desde el final del Pérmico hasta el Triásico y desde el Oxfordiense superior hasta el Cretácico inferior ([Kriwet et al., 2007](#)).

Se han identificado seis etapas alternadas de rift y post-rift durante el Mesozoico en la Cuenca Ibérica, están relacionadas con la evolución geodinámica de la corteza del sector NE de la Península Ibérica ([Guimerà & Salas, 1996](#)).

Según [Guimerà & Salas \(1996\)](#) las etapas son:

1. Rift triásico (Pérmico superior-Hettangiense)
2. Post-rift Jurásico inferior y medio (Sinemuriense-Oxfordiense)
3. Post-rift Jurásico superior-Neocomiense (Oxfordiense terminal-Valanginiense superior)
4. Post-rift Hauteriviense (Valanginiense terminal-Hauteriviense superior)
5. Rift Cretácico inferior (Hauteriviense terminal-Albiense medio)
6. Post-rift Cretácico superior (Albiense superior-Senoniense)

Durante el proceso de adelgazamiento cortical, la fragmentación de las grandes plataformas carbonatadas dio lugar a las siete subcuencas de la Cuenca Cretácica del Maestrazgo ([Ipas et al., 2005](#)). La evolución de las subcuencas del Maestrazgo: Cameros, Columbres y Sur de la Península Ibérica está relacionada con una prolongada fase de rifting intracontinental, y coincidió con la apertura gradual del Atlántico Norte. Existe un

registro sedimentario y estructural de las tres fases principales de la subsidencia tectónica producida y las trece distintas secuencias deposicionales, que se caracterizan por ser sucesiones continentales a marinas poco profundas, masivas de carbonatos y materiales clásticos (Kriwet et al., 2007).

#### Cuenca Cretácica del Maestrazgo

La Cuenca del Maestrazgo se encuentra en el sector oriental de la Cordillera Ibérica, en la provincia de Teruel.

La Cuenca del Maestrazgo está dividida en 7 subcuencas rellenas por sedimentos palustres y marinos del Jurásico Superior al Cretácico Inferior. Estas subcuencas están controladas por el alineamiento del basamento, en direcciones NO-SE y NE-SO, que definieron un conjunto de bloques con subsidencia diferencial activados por fallas lístricas (Salas, 1987; Liesa et al., 2006).

#### Subcuenca de Morella

La subcuenca de Morella durante el Barremiense-Aptiense tenía un desarrollo claramente marino, registrando 1100 m de depósitos con facies de plataforma carbonatada marina poco profunda. Estas facies pasan localmente a ambientes siliciclásticos poco profundos (Ipas et al., 2005).

#### El yacimiento de Vallipón

El yacimiento de Vallipón se sitúa en el término municipal de Castellote (provincia de Teruel, España) (Canudo et al., 1996).

Geológicamente se encuentra en la base de la Formación Artoles, en el extremo noroccidental de la subcuenca de Morella, una de las siete subcuencas de la Cuenca Cretácica inferior del Maestrazgo en la Cordillera Ibérica Oriental y con una sedimentación de depósitos continentales y marinos que corresponden a facies *Weald* (Figura 1).

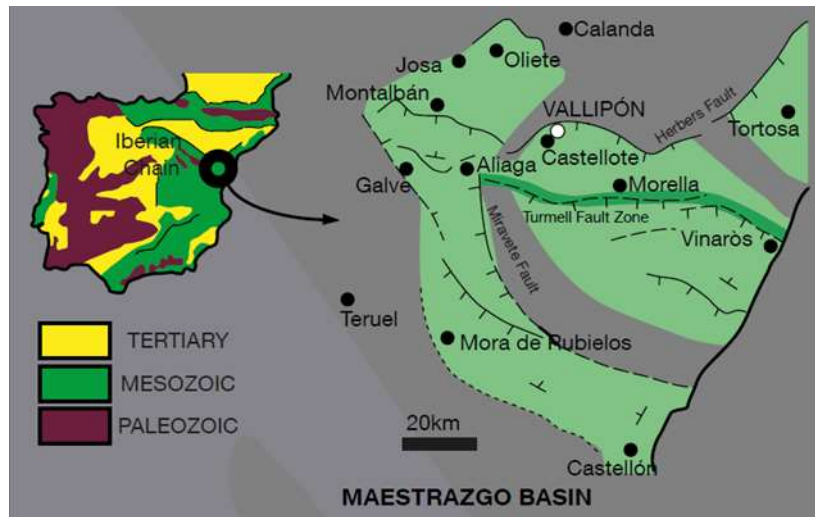


Figura 1. Imagen de situación de la Cuenca del Maestrazgo donde se puede situar Vallipón. Imagen extraída de Alonso et al., 2018.

#### Edad Bioestratigrafía de Vallipón

En el entorno del yacimiento se encuentran la Formación Mirambel que ha sido datada mediante bioestratigrafía con caráceas y la Formación Artoles datada por la presencia de un macroforaminífero. Cabe destacar que en el entorno del yacimiento no se han encontrado carofitas, sino que la datación pertenece a distintos perfiles dentro del sector de Castellote como son Seno, Jaganta y Ladruñán.

Las asociaciones encontradas en la Formación Mirambel corresponden a la biozona *Triquetra-Neimongolensis* y a la subzona *Calcitrapus*, permiten datar a la Formación Mirambel como Barremiense inferior (Canudo et al., 1996).

La Formación Artoles se ha datado como Barremiense superior-Aptiense basal por la presencia del macroforaminífero marino de pared aglutinada denominado *Paleorbitolina lenticularis* (Canudo et al., 1996; Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2001).

#### Paleogeografía de Vallipón (Barremiense superior, Cretácico inferior)

Durante el Barremiense, la Península Ibérica formaba parte de un archipiélago-isla que permitía el intercambio faunístico entre los continentes de Europa, Gondwana occidental y Norteamérica, por lo que esta posición paleogeográfica hace que en la Península Ibérica aparezcan, además de las faunas propias de Europa, otras faunas norteamericanas y Gondwanicas (Figura 2) (Ruiz-Omeñaca & Canudo, 2001).

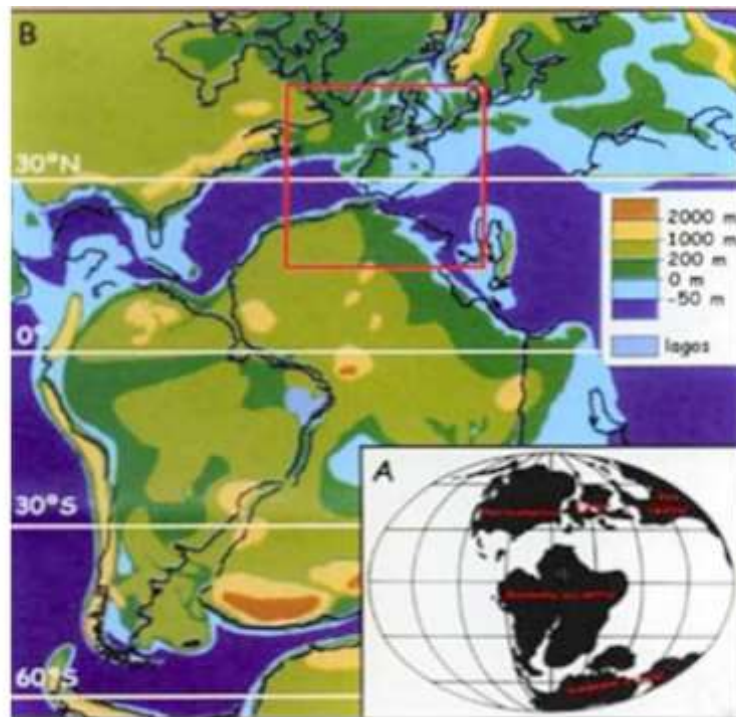


Figura 2. A. Disposición de las masas continentales en el Hauteriviense-Barremiense. B. Imagen en detalle del archipiélago isla que serviría para el intercambio faunístico intercontinental entre África, Europa y Norteamérica. Imagen extraída de Ruiz-Omeñaca & Canudo et al., 2001.

### Estratigrafía de Vallipón

Según algunos autores (Canudo et al., 1996), en el entorno del yacimiento se observan los relieves Jurásicos (Jurásico superior). El registro del Barremiense está reducido y representado únicamente por dos unidades litoestratigráficas: la Formación Margas de Mirambel (Barremiense inferior), y la Formación Margas y calizas de Artoles (Barremiense superior).

Los relieves Jurásicos visibles en la zona darían escarpes y zonas más elevadas con relación a los materiales pertenecientes al Cretácico inferior (Fm. Mirambel y Fm. Artoles).

Según algunos autores (Canudo et al., 1996) la Formación Mirambel tiene en este punto 49 metros de potencia y está totalmente cubierta por campos de cultivo, en su límite inferior se encuentra una discordancia, visible cartográficamente, con los materiales Jurásicos. La base de la Fm. Mirambel está formada por lutitas masivas de colores rojo-anaranjado y ocre que a techo de la unidad pasan al predominio de margas grises, que en ocasiones son arenosas, masivas y laminadas y ocasionalmente se intercalan niveles tabulares de potencia decimétrica de arenas ocre con grano muy fino. En el límite superior de esta unidad se observa una importante discontinuidad sedimentaria, lo que

daría lugar al límite de secuencia de depósito que lleva asociada la entrada de materiales terrígenos (arenas y conglomerados), y a partir de ese momento se observa un cambio progresivo en el carácter sedimentario hacia más marino, la Formación Artoles.

Durante el trabajo de campo, debido a una ampliación antrópica para construir una balsa de riego, se ha observado un cambio lateral de facies, que en ocasiones es brusco, que se ha interpretado como una interdigitación hacia facies más proximales al límite de cuenca. En este punto de la cuenca la Formación Mirambel tiene una evolución de facies más grisáceas hacia facies más rojizas con formación de paleosuelos, que indicarían parones en la secuencia de sedimentación y el final de la cuenca, y un cambio lateral a facies conglomeráticas de cantos heterolíticos de calizas Jurásicas con base canaliforme con intercalaciones de facies más arenosas, interpretadas como canales de gran tamaño (Figura 3).



*Figura 3. Formación Mirambel, sección proximal al borde de cuenca. A. Se observa el nivel nodular, se produce un cambio lateral. B. Borde de cuenca donde se observa un gran canal de materiales Jurásicos (Cantos heterolíticos). Fotografías realizadas en el campo, como escala se puede observar a la D<sup>ña</sup> Gloria Cuenca Bescós en la imagen B.*



Los cantos Jurásicos presentan un transporte mínimo indicando la parte proximal de la cuenca.

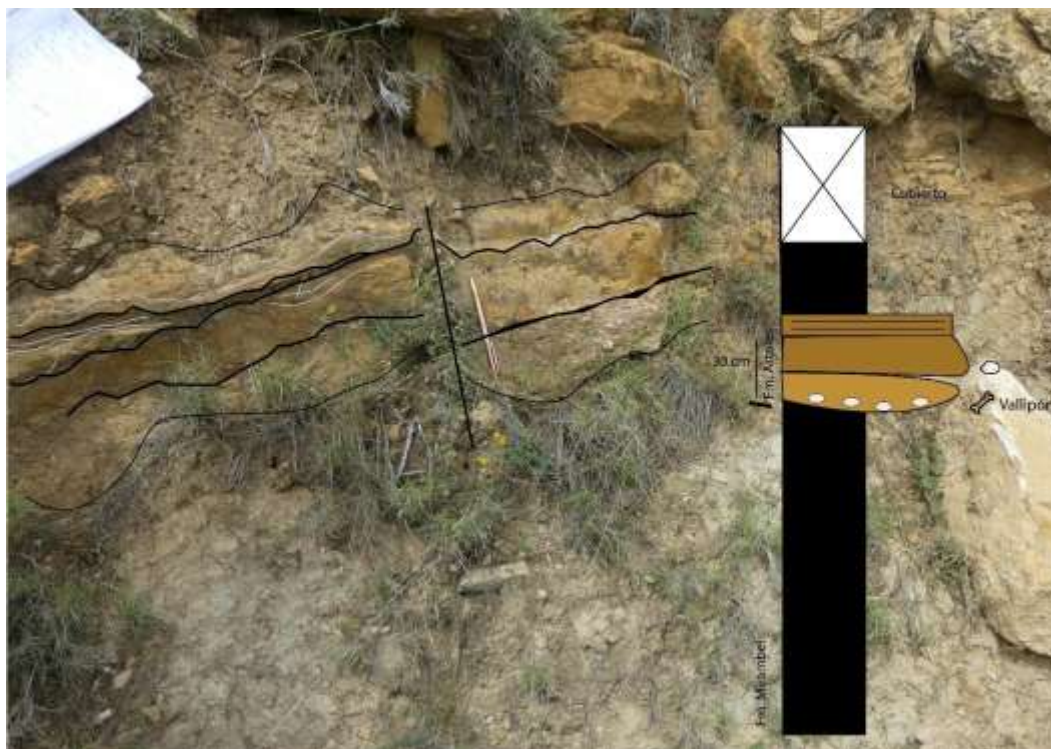
La Formación Artoles agrupa a los primeros niveles marinos del Barremiense y constituye el inicio del intervalo “Facies Urgan” que tiene un importante desarrollo de plataformas carbonatadas en toda la Cordillera Ibérica Oriental ([Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2001](#)).

La Formación Artoles, en el perfil de Vallipón, consiste en una capa lenticular arenosa y conglomerática amarilla-rojiza con base canaliforme de 30-50 cm de espesor que se acuña lateralmente (Figura 4), dando paso a 8 metros de margas grises masivas y parcialmente cubiertas (Figura 5), que se intercalan ocasionalmente con lutitas ocre con abundante materia orgánica que a techo está formada por una alternancia de calizas bioclásticas y margas y en su límite superior de esta unidad se reconoce otra discontinuidad.



*Figura 4. Formación Artoles. Son las facies marinas situadas por encima del yacimiento de Vallipón. Imagen tomada en el campo, la escala es el móvil que está en la roca expuesta.*

Estos niveles lenticulares corresponden al nivel fosilífero y se diferencian dos litologías. Según algunos autores ([Canudo et al., 1996](#)), los bloques conglomeráticos tienen una matriz de restos de vertebrados, cantos carbonatados, ferruginosos y cuarcíticos (procedentes del Jurásico) con cemento calcítico, la otra litología son bloques con cemento calcítico-ferruginoso (los restos fósiles están recubiertos por este tipo de costra).



*Figura 5. Pequeña columna realizada en el campo de la sección aflorante del yacimiento de Vallipón, se observan las lutitas de la Fm. Mirambel y el primer nivel de base canaliforme con gran cantidad de microvertebrados donde se sitúa el yacimiento y sobre él los niveles propios de la Formación Artoles. Fotografía realizada en el campo, la escala es el bolígrafo apoyado en el estrato duro.*

## **Materiales y métodos**

### **Bibliografía**

El estudio previo de Vallipón se ha realizado revisando 26 artículos y libros científicos sobre el yacimiento, sin importar la temática concreta. Además, se ha revisado la geología de la zona para comprender los procesos a los que estuvo sometida la cuenca durante el momento de formación del yacimiento.

Para completar el estudio se lleva a cabo una búsqueda bibliográfica de yacimientos de microvertebrados en la Península Ibérica durante el tránsito Jurásico-Cretácico. Con ello, se pretende complementar y comparar el estudio de Vallipón.

Una vez revisada la bibliografía, se creará una tabla presencia-ausencia de los distintos taxones, entendiendo taxones desde órdenes hasta especies, para los análisis estadísticos y paleoambientales. En algunos casos, realizar una tabla de presencia-ausencia es complicado debido a que en algunos de los artículos revisados se hace referencia a la presencia de organismos (e.g. presencia de “peces”) pero no indican el taxón o taxones encontrados.

Con la tabla presencia-ausencia realizada y la propia interpretación de los autores se realiza otra tabla con el paleoambiente. Con todo ello se pretende llevar a cabo una comparación de los yacimientos del tránsito Jurásico-Cretácico con el yacimiento de Vallipón.

#### Nomenclatura

Debido a los términos que se utilizan a lo largo de esta memoria es conveniente explicarlos para una mejor comprensión.

Como los dientes son los restos más abundantes en Vallipón Bloque IV y por lo general los taxones están representados únicamente por dientes. Por esto es conveniente explicar la terminología.

Los dientes están formados por corona y raíz y son una de las partes más resistentes al proceso de fosilización gracias a la gran dureza del esmalte y por lo tanto con una conservación. Los dientes de los vertebrados, en consecuencia los de microvertebrados, al igual que los huesos están compuestos de apatito (fosfato cálcico) y proteínas. El interior del diente está formado por dentina y está recubierta de esmalte por lo que es duro, con aspecto brillante y resistente ([Devillers y Clairambault, 1977](#)).

Además, cabe destacar que en ocasiones algunos de los taxones se ven únicamente representados por dientes aislados, un ejemplo claro son los micromamíferos. Denominamos “diente aislado” a todos aquellos dientes que no están insertados en la mandíbula si no que aparecen individualizados.

Se describen utilizando la nomenclatura basada en términos de odontología humana ([Thulborn, 1973](#)) y veterinaria (Figura 6) aunque según el grupo fósil, varía sobre todo si no tienen representantes actuales:

- La parte del diente que se dirige hacia la parte labial, la exterior, se llama labial (también denominada como bucal o lateral).
- La parte del diente que se dirige hacia la parte de la lengua, la interior, se llama lingual (también denominada como medial).
- La parte del diente situada hacia la sínfisis mandibular se llama mesial (también denominada anterior).
- La parte del diente situada hacia la articulación de la mandíbula se llama distal (también denominada como posterior).
- El extremo masticatorio se llama oclusal o ápice y el extremo de la raíz ápex.
- Las estructuras que se dirigen hacia el ápice son las denominadas apicales.



Por lo tanto, se pueden definir tres ejes principales para su descripción:

- Labio-lingual: (del extremo labial al distal). Con esta dirección se mide la anchura del diente.
- Mesio-distal (del extremo mesial al distal). Con esta dirección se mide la longitud del diente.
- Oclusal-adapical (desde la base al ápice del diente). Con esta dirección se mide la altura del diente.

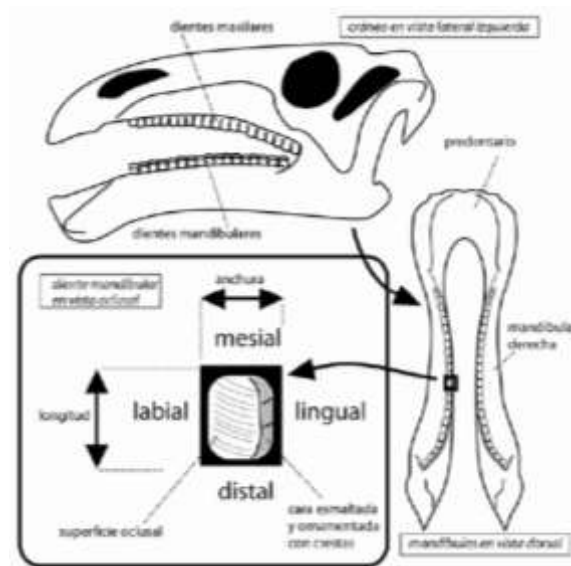


Figura 6. Nomenclatura para la descripción de dientes de vertebrados, y microvertebrados, aplicada sobre los dientes de un ornitópodo iguanodóntido. Imagen extraída de [Gasca, 2015](#).

Otros términos a destacar son los referidos a las vértebras, esta terminología fue propuesta por [Romer en 1956](#). El centro vertebral es la parte central o el cuerpo de la vértebra que suele tener una morfología cilíndrica, estas vértebras pueden ser de distintos tipos en función de que sus extremos sean planos, cóncavos o convexos: anficélica, anfiplatiana, opistocélica, platicélica o procélica. La utilizada en este trabajo corresponde a la tipología anficélica.

## Laboratorio

### Laboratorio de lavado

El material de Vallipón, debido a su gran cementación, se expuso a condiciones subaéreas durante un año para perder parte de la compactación del bloque y que el proceso de disgregado fuera más sencillo.

El bloque estudiado, Vallipón Bloque IV, se ha estudiado por el método habitual para recuperar los restos en la disgregación de muestras con microvertebrados fósiles. En síntesis, consiste en sumergir el Bloque IV en agua destilada con ácido fórmico al 5% durante al menos 24h y repetir el proceso cuantas veces sea necesario. La muestra se neutraliza para quitar los restos del ácido fórmico, utilizado para disgregar la muestra, y evitando así el daño en los fósiles.

Durante todo este proceso es de vital importancia no perder la etiqueta del sedimento, ya que un material sin identificar no tiene valor científico. Una vez disgregados se ha tamizado el material, haciéndolo pasar por tres tamices distintos, 2 mm, 1 mm y 0.5 mm. En este proceso se hace pasar el material con grandes cantidades de agua por una torre con los tamices, poniendo el tamiz de 2 mm en la parte superior de la torre y el tamiz de 0.5 mm en la parte inferior. El sedimento se echa por partes mientras se hace pasar el agua, cuando el agua sale clara se separa en recipientes siglados con el tamaño del tamiz y el material. Este proceso se repite hasta terminar con el sedimento que se quiere procesar.

Con el sedimento separado en sus distintos recipientes se deja secar de manera natural dentro del laboratorio.

Cuando la muestra está seca y limpia empieza el trabajo de triado para separar los fósiles del residuo, si el material aún conserva restos de sedimento fino el proceso de lavado se repite cuantas veces sea necesario. En este proceso se han separado los restos de fósiles identificables, los restos de fósiles no identificables y los cantos de roca. Toda la muestra se estudia con lupa binocular a 12,5 aumentos. Las pinzas utilizadas en el triado del material son finas, sin estrías y con punta para extraer mejor los restos y no romper y/o arañar los restos fósiles. Además, este procesado se realiza con sumo cuidado por la fragilidad de los restos.

Con la muestra triada y todos los restos identificados se pasa a la digitalización de los taxones encontrados, la fotografía de los fósiles se realiza a través de un cámara acoplada a la lupa binocular. Las imágenes realizadas que se encuentran en esta memoria han sido procesadas mediante el programa de Optika Vision Lite 2.0. Siempre que se realizan fotografías de los restos es muy importante incorporar una escala a las fotografías.

Para el tamiz de 2 y 1 mm, se introducen pequeñas cantidades de material en una bandeja de triado, separando los fósiles en cajas de metacrilato, separándolas por género o especie y separando los fragmentos fósiles no identificables.

Para el tamiz 0.5 mm se sigue el mismo procedimiento que en los tamices de mayor calibre se separan los restos y se desechan los cantos de roca.

Los restos fósiles han sido clasificados a través de las distintas publicaciones de Vallipón y con la ayuda de la Doctora Gloria Cuenca Bescós y José Ignacio Canudo. En las distintas publicaciones del yacimiento de Vallipón se pueden visualizar los restos fósiles y las descripciones anatómicas de los mismos.

#### FESEM (microscopio electrónico de barrido de emisión de campo)

Se han seleccionado 13 ejemplares para ser estudiados en el microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM). Los ejemplares se han seleccionado con el objetivo de tener una representación lo más completa posible de la biodiversidad presente en el yacimiento. Los restos escogidos tienen una buena conservación.

Una vez seleccionados, se han preparado las muestras para llevarlas al microscopio (Figura 7). Este proceso consiste en colocar en platinas los restos, lo más perpendicular posible y sujetos por las raíces, y para asegurar esta sujeción se han puesto sobre cintas de carbono de doble cara. Finalmente, las muestras se han recubierto con oro debido a las distintas curvaturas y diferencias de altura de la muestra. Con las muestras preparadas y recubiertas, se observarán y se fotografiarán con el microscopio de barrido de emisión de campo (FESEM) de los Servicios de Ayuda a la Investigación de la Universidad de Zaragoza (SAI).



*Figura 7. A. Material utilizado para la colocación de los dientes. B. Lupa utilizada para colocar los dientes perpendicularmente. C. Recubrimiento de oro que se coloca sobre la muestra antes de introducirla en el microscopio de barrido de emisión de campo. D. Imagen del microscopio de barrido de emisión de campo. Fotografías tomadas en el laboratorio de SAI.*

#### DRX (análisis de difracción de rayos X)

Debido a que durante el análisis en el FESEM de los restos fósiles se encontraron presentes óxidos de hierro en la parte oclusal de algunos restos se realizó un análisis de difracción de rayos X (DRX). Este proceso se realizó con el material ya triado y revisado, es decir, con la muestra triada por completo y revisada para no perder información fosilífera de interés se pasará por difracción de rayos X (DRX).

En este proceso de DRX la muestra se mezcla, se cuartea y se separa material para pasarlo por un mortero de ágata hasta que el material tenga un tamaño polvo. Se coloca la muestra en una platina para pasarla por el difractómetro de rayos X. Con ello, se obtiene un difractograma mostrando los picos y las intensidades de los minerales de la muestra. Una vez obtenidos los picos se comparan con las fichas estandarizadas para la identificación de los minerales. La difracción de rayos X es un fenómeno físico basado en hacer interaccionar un haz de rayos X, de una determinada longitud de onda, con una sustancia cristalina. Cuando la interferencia es constructiva obtenemos una respuesta, difractograma, que nos permite identificar y cuantificar los componentes presentes en la muestra, ya que cada componente tiene un patrón/difractograma único. La difracción de rayos X permite obtener la mineralógica de las fases presentes en el sólido, en este caso en la muestra.

#### Trabajo de seminario

Con todo el material y la bibliografía revisada se realizará una reconstrucción paleoambiental de la zona a partir de Vallipón Bloque IV y las interpretaciones de otros autores que han trabajado mayor cantidad de sedimento. Con las apreciaciones realizadas en el campo, los taxones identificados y en función de su modo de vida se podrá inferir la paleoecología del propio yacimiento, así como el modo de formación y la interacción de los grupos presentes.

Como ya se ha comentado, el yacimiento de Vallipón es comparado con los yacimientos cercanos y en el mismo intervalo temporal, con ello se analizará la evolución de los grupos, la paleodiversidad del yacimiento y la paleoecología.

### Trabajo de campo

El 4 de junio nos desplazamos al término municipal de Castellote (Teruel) para visitar la situación actual del yacimiento. Se recorrió el perfil donde se sitúa el yacimiento y se reconocieron los materiales y la morfología presentes en la zona, se pudo reconocer por primera vez el borde de la cuenca. Además, se recogieron muestras para futuros estudios.

En la zona de campo se reconoce como la Formación Mirambel es erosionada por la base de la Formación Artoles. La capa donde se sitúa el yacimiento se acuña lateralmente, presentando una base canaliforme y techo plano. Debido a la condición de este yacimiento se estudian bloques aislados, sueltos y dispersos a ambos lados de la carretera por la antigua apertura del camino actualmente transitado.

### Materiales

El bloque estudiado es un arena gruesa de color ocre muy cementada con gran acumulación de restos que se pueden ver en superficie sin necesidad de lupa y de cantos procedentes del Jurásico (Figura 8).



*Figura 8. Bloques encontrados en los laterales del camino abierto, como escala está el bolígrafo, se pueden observar las dos litologías. En la imagen ampliada se pueden observar en superficie los restos de esquirlas, dientes y otros restos fragmentados.*

### Resultado del análisis del sedimento (DRX)

Se ha realizado un análisis del sedimento triado debido a que quedan pequeñas esquirlas de hueso no reconocibles y no extraíbles por lo que es natural reconocer el pico del hidroxi-apatito. Durante el triado se ha podido observar restos de micas laminadas y óxidos de hierro, tanto en el sedimento como en los restos fósiles. Para que el análisis sea representativo de la muestra de la fracción de 2 mm se realiza el proceso descrito en la metodología, obteniendo así la siguiente tabla con los picos (Tabla 1) y el difractograma (Figura 9).

*Tabla 1. Picos de reflectancia recalculados al 100% reconocidos durante el análisis DRX. En la última columna, después de contrastar con las distintas fichas, se ha reconocido el mineral.*

Line	ANGLE	D-SPACING	COUNTS	RECONOCIMIENTO
1	8.8	10.040	4	<b>Mica (Moscovita)</b>
2	10.8	8.185	9	
3	19.88	4.462	8	
4	20.96	4.234	28	
5	21.36	4.156	13	<b>Óxidos de Hierro</b>
6	23.08	3.850	6	
7	25.88	3.439	29	
8	26.68	3.338	82	<b>Cuarzo</b>
9	28.2	3.161	16	
10	29.24	3.051	24	
11	32.12	2.784	100	<b>Hidroxil-apatito y carbonato apatito</b>
12	33.2	2.696	43	
13	34.2	2.619	25	
14	34.76	2.578	12	
15	35.8	2.506	16	
16	36.28	2.474	13	

<b>17</b>	36.64	2.450	21
<b>18</b>	39.52	2.278	18
<b>19</b>	40.28	2.237	27
<b>20</b>	42.52	2.124	19
<b>21</b>	44.16	2.049	13
<b>22</b>	45.48	1.992	11
<b>23</b>	45.84	1.977	10
<b>24</b>	47	1.931	20
<b>25</b>	48.32	1.882	18
<b>26</b>	48.52	1.874	18
<b>27</b>	49.6	1.836	43
<b>28</b>	50.2	1.815	20
<b>29</b>	51.08	1.786	22
<b>30</b>	51.88	1.760	21
<b>31</b>	53.2	1.720	17
<b>32</b>	54.96	1.669	12
<b>33</b>	56.44	1.629	11
<b>34</b>	57.64	1.597	9
<b>35</b>	58.88	1.567	11
<b>36</b>	60	1.540	27

En el difractograma obtenido por la muestra se pueden observar los picos característicos de los minerales, que se han identificado a través de las fichas tipo. Los picos se encuentran en la parte media del difractograma.

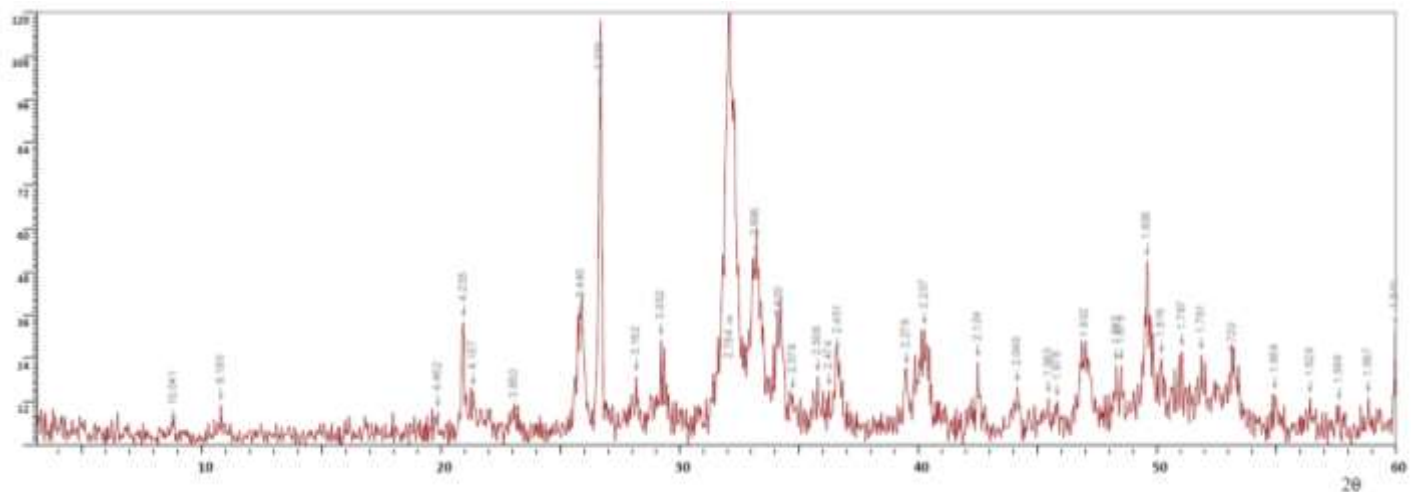


Figura 9. Grafico del analisis realizado DRX. Se reconocen los picos principales pero desplazados hacia la derecha. Se observan 2 picos principales y se reconocen picos de menor intensidad. Los picos se concentran el parte media del difractograma.

Se han obtenido los siguientes picos:

- El pico de máxima intensidad corresponde al hidroxí-apatito, debido a que en la muestra hay gran cantidad de restos fósiles y esquilas que tienen un tamaño tan pequeño que es casi imposible recoger todo.
- El siguiente pico con mayor intensidad corresponde al cuarzo. Como se ha podido apreciar durante el triado del material el cuarzo detrítico es muy frecuente.
- Los siguientes picos representativos corresponden a los óxidos de hierro que se han identificado con hematites y goethita y ya como pico representativo pero con muy poca intensidad se ha registrado una mica que podría corresponder a moscovita.

## Síntesis de los resultados previos de la paleontología de Vallipón y Vallipón

### Bloque IV

Se han descrito 42 taxones de vertebrados diferentes hasta la fecha (Ruiz-Omeñaca & Canudo, 2001). En este yacimiento se han descrito restos de briozoos, crinoideos, pero tienen muy poca representación (Canudo et al., 1996).

Los restos indirectos más abundantes corresponden a coprolitos, también reconocidos al visitar el yacimiento, y los organismos continentales más abundantes son los dinosaurios, reconociéndose diversos grupos de herbívoros y de carnívoros (Ruiz-Omeñaca et al., 1997; Ruiz-Omeñaca & Canudo, 2001). Se han registrado dientes de *Pterodactyloidea indet.* (Canudo et al., 1998), así como distintos restos de



cocodrilomorfos (Ruiz-Omeñaca & Canudo, 2001). Entre los organismos continentales, pero mucho peor representados, se hallan pequeños dientes aislados de mamíferos. Los micromamíferos presentes con mayor representación son el grupo de los multituberculados con cuatro taxones identificados (Cuenca-Bescós et al., 1996).

#### Resultados de Vallipón Bloque IV

Se ha analizado el contenido fósil para este TFM de un único bloque extraído del nivel fosilífero. El material son arenas gruesas de color rojizo con gran cantidad de vertebrados, que se pueden observar en superficie, en las cuales se han identificado taxones acuáticos y terrestres.

#### Invertebrados

Los restos de moluscos son relativamente abundantes, algunos de ellos tienen una buena conservación pero en su mayoría están fragmentados.

#### *Phylum Molusca*

(Figura 10)



Figura 10. Relleno de Gasterópodo por óxido que presenta una fracturación. Resto fósil perteneciente al Vallipón Bloque IV. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 71 restos de gasterópodos. Figurados Valli-1-71.

#### Descripción:

Los restos encontrados de este taxón tienen una conservación variable, la mayoría de los ejemplares encontrados son restos incompletos, fragmentados y mal conservados. Solo se conservan los moldes internos rellenos por óxidos de hierro.

#### Vertebrados

Condrictios: Clase CHONDRICHTHYES Huxley, 1880

En Vallipón únicamente se han encontrado representantes de Elasmobranchii (Canudo et al., 1996).

*Orden HYBODONTIFORMES Patterson, 1966*

*Familia HYBODONTIDAE Owen, 1846*

*Hybodus parvidens Woodward, 1916*

*(Figura 11)(Anexo I: Imágenes de SEM)*



*Figura 11. Hybodus parvidens presentes en Vallipón Bloque IV, donde no se ha conservado la raíz del diente y donde se observa con gran claridad la ornamentación. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: 210 dientes. Figurados Valli-72 al 281.

#### Descripción:

Los restos encontrados de este taxón están mal conservados y fracturados. En su mayoría son restos incompletos y fracturados, se han recuperado principalmente cúspides centrales con varias cúspides accesorias a los lados de la principal. En todos los restos se conserva la ornamentación, y está poco desgastada.

Tienen una cúspide central ancha y cúspides accesorias a ambos lados de la principal, con una menor longitud y anchura que la central. Son dientes con una ornamentación muy marcada formada en su ápice por crestas longitudinales espaciadas entre sí y se bifurcan en la parte baja de la corona. Poseen una cresta transversal que se inicia en las crestas longitudinales y atraviesa todas las cúspides. Estos dientes poseen una única y grande raíz, además de que sus cúspides accesorias suelen tener una altura similar.

*Familia LONCHIDIIDAE Herman, 1977*

*Lonchidion breve Patterson, 1966*

(Figura 12)



Figura 12. *Lonchidion breve* perteneciente a Vallipón Bloque IV. En el resto fósil encontrados se observa una fracturación y un desgaste notable. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 11 dientes fracturados. Siglados Valli-282-292

Descripción:

Diente de perfil con corona baja y estrecho labiolingualmente. La corona es completamente lisa, sin ningún tipo de ornamentación. La cúspide principal es muy baja, moderadamente desarrollada y rodeada mesial y distalmente por uno o dos pares de cúspides laterales, sin presentar cúspides accesorias. La cresta oclusal es continua a lo largo del borde superior de la corona y existe una cresta adicional que se origina perpendicular a la cresta oclusal y desciende a la parte superior de la protuberancia labial. Los “hombros” de la corona están bien desarrollados. Su cara labial es convexa, y presenta una protuberancia labial fuertemente desarrollada, muy marcada y de lados paralelos. La raíz es más ancha que la parte más baja de la corona y en la cara lingual de la raíz se pueden observar distintos orificios alargados verticalmente, y la cara labial está repleta por pequeños orificios circulares colocados irregularmente.

*Familia POLYACRODONTIDAE Gluckman, 1964*

*Lissodus sp.*

(Figura 13)



Figura 13. *Lissodus* sp. perteneciente a Vallipón Bloque IV. El resto presenta buena conservación, sin ornamentación con una marcada protuberancia. A. Vista oclusal, en vista labial en el que se aprecia la protuberancia labial unida a la cúspide principal del diente. B. Vista lingual. C. Vista labial en la que se observa con gran claridad la protuberancia. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 52 dientes. Figurados Valli-293-344.

#### Descripción:

Tienen su forma original bien conservada con superficies pulidas, con poca ornamentación o lisas, lo que ayuda a su conservación, siendo recalable una protuberancia en la parte labial de la cúspide central. Esta protuberancia labial tiene una morfología subcircular, e incluso en algunos casos se pueden observar unas protuberancias laterales en la cúspide central. La corona es baja, de morfología triangular y sin ornamentación, con una cúspide central poco acentuada y sin cúspides accesorias y la raíz de pequeño tamaño.

*Orden RAJIFORMES* Berg, 1940

*Familia PLATYRHINIDAE* Jordan, 1971

*Pseudohypolophus mcultyi* Thurmond, 1971

(Figura 14)

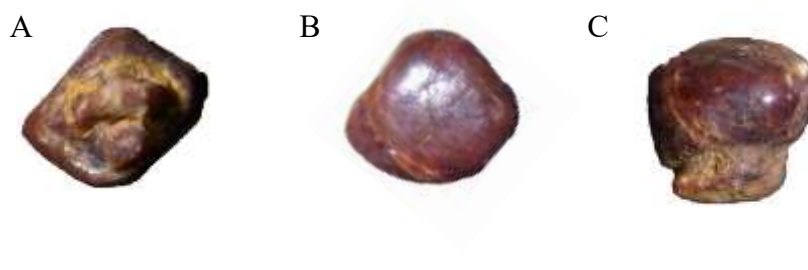


Figura 14. *Pseudohypolophus mcultyi* perteneciente a Vallipón Bloque IV. El resto presenta buena conservación. A. Vista basal donde se aprecia la morfología distintiva de la raíz bifurcada en dos triángulos. B. Vista oclusal donde se observa la morfología romboidal del diente. C. Vista labial del diente. La escala es 1 mm.

Material: 8 dientes. Figurados Valli-345-352.

#### Descripción:

El estado de conservación es variado, algunos de los restos están bien conservados y otros presentan desgaste y/o fracturación. La corona es romboidal y lisa, y la raíz es bifurcada, separando dos “triángulos” por un surco central.

*Familia: RHINOBATIDAE* Müller & Henle, 1837

*Rhinobatos cf. Halteri*

(¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)



Figura 15. *Rhinobatos cf. Halteri* perteneciente a Vallipón Bloque IV. A. Vista lateral del diente donde se observa la corona globular y las raíces bien marcadas con un estrechamiento hacia la zona lingual. B. Vista lingual donde se aprecia que las raíces se extienden por encima de la cara lingual. La escala es 1 mm.

Material: 1 diente. solo se ha encontrado un diente de *Rhinobatos cf. Halteri*.  
Figurado como Valli-353.

Descripción:

Son dientes de muy pequeño tamaño, tiene una corona globular, pero con una cresta transversal y úvulas linguales fuertes y laterales fuertes. Las raíces se extienden más allá de la cara lingual de la corona, y se estrechan lingualmente.

*Orden LAMNIFORMES Berg, 1958*

*Familia EOPTPLAMNIDAE Kriwet, 2008*

*Eoptolamna eccentrolopha*

(Figura 16)(Anexo I: Imágenes de SEM)

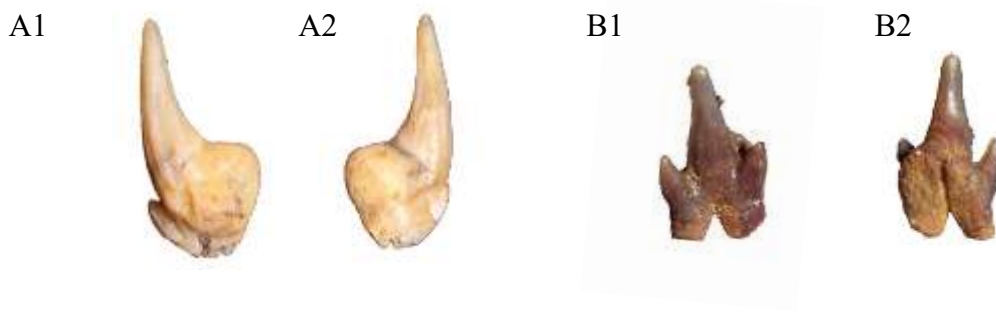


Figura 16. *Eoptolamna eccentrolopha* perteneciente a Vallipón Bloque IV. A1-A2, en vista lateral diente con una de las cúspides accesorias sin conservar y con un esmalte más blanquecino. B1-B2. Diente con ambas cúspides conservadas y con un esmalte con coloración más oscuras. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 87 dientes. Figurados Valli-354-440.

Descripción:

El estado de conservación es variado, presentan signos de digestión y desgaste. Las coronas tienen una cúspide central alargada y estrecha con morfología sigmoidal. Tienen dos cúspides accesorias de menor tamaño, cortas y más anchas unidas a la cúspide central. En la parte lingual de la corona pueden observarse crestas longitudinales que se distribuyen desde la parte basal de la corona y terminan en la parte media, sin llegar al ápice. Se aprecia una curvatura hacia la parte lingual. La raíz está mal conservada o es inexistente.

Material destacable:



Figura 17. Fragmento de paladar *Eoptolamna eccentricolopha* con la inserción en la mandíbula de uno de los dientes mostrados en la figura 16. La escala es 1 mm.

Material: 1 fragmento de paladar de *Eoptolamna eccentricolopha* (Figura 17).  
Figurado como Valli-454.

Descripción:

El estado de conservación es bueno, se puede observar un trozo del paladar y un diente fusionado. Se ha atribuido a *Eoptolamna eccentricolopha*.

*Orden LAMNIFORMES Berg, 1958*

*Familia CRETOXYRHINIDAE Glückman, 1958*

*Protolamna cf. Sokolovi*

(Figura 18)

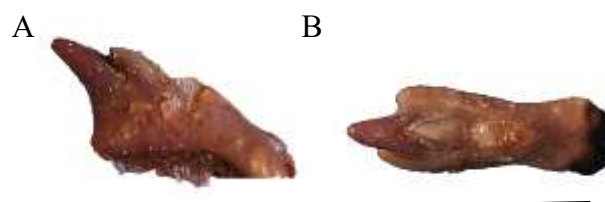


Figura 18. *Protolamna cf. Sokolovi* perteneciente a Vallipón Bloque IV. A. Vista lateral, la corona presenta varias cúspides con fracturación con curvatura hacia las otras cúspides. B. Vista oclusal donde se reconocen tres cúspides con curvatura de pequeña altura. La escala es 1 mm.

Material: solo se han encontrado un resto fragmentado. Figurado como Valli-441.

Descripción:

El estado de conservación es moderadamente bueno, tiene fracturas y falta parte de los dientes. Las coronas tienen varias cúspides en la parte central del diente, son cortas, menos anchas y con curvatura hacia las otras cúspides. No se observa ornamentación en todo el diente, es liso y con pequeña altura de las cúspides. No se ha conservado la raíz.

Peces óseos: Clase Osteichthyes

*Osteíctios Clase OSTEICHTHYES Huxley, 1880*

(Figura 19)

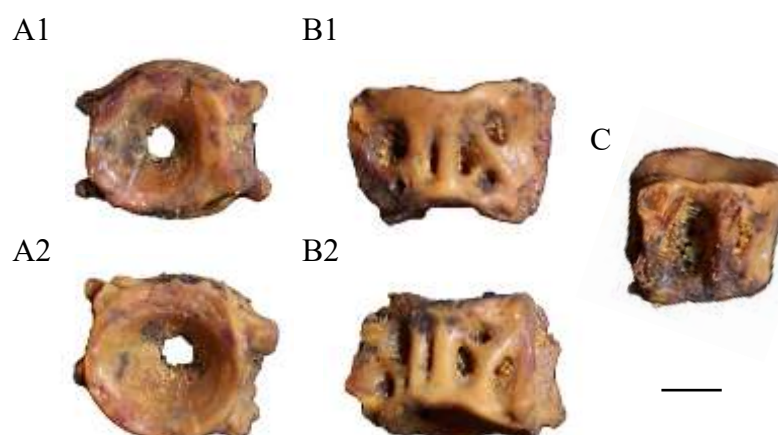


Figura 19. Vertebrae de osteichthyes pertenecientes a Vallipón Bloque IV. A1-A2 vista frontal donde se observan las apofisis B1-B2 C. Vista lateral. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 74 fragmentos y vértebras completas. Figurados Valli-1098-1171.

Descripción:

El estado de conservación es variable, normalmente se encuentran fragmentadas y mal conservadas. Se han encontrado diferentes tamaños de vértebras y distintas conservaciones. El cuerpo vertebral es redondeado con espesores variables y el tamaño de las vértebras varía desde 2 cm a 4 mm. La mayoría de los restos presentan roturas y están fracturadas, otras tienen poco desgaste. Algunos de los restos están muy fracturados y solo se preserva el centro cervical. Hay distintas morfologías en función de la posición del cuerpo vertebral, por ello, podrían pertenecer a más de un taxón o de un mismo taxón en distintas posiciones. Todas las vértebras son bicóncavas y poseen una sección circular o subcircular de sus caras articulares.

Se han definido como *Osteíctios indet.*, se pueden describir vértebras caudales y abdominales.

*Subclase ACTINPTERYGII Klein, 1885*

*Orden SEMIONOTIFORMES Arambourg and Bertin, 1958*

*Familia SEMIONOTIDAE Lehman, 1966*

*Genero LEPIDOTES Agassiz, 1832*

*Lepidotes sp.*

(Figura 20)



Figura 20. . *Lepidotes sp.* pertenecientes a Vallipón Bloque IV. A1 Vista oclusal donde se observa la forma redondeada. A2 Vista basal concava. A3 Vista lateral donde se aprecia la forma conica. B1-B2 Vista oclusal y basal. La escala es 1 mm.

Material: 226 dientes. Figurados Valli-442-667.

Descripción:



Se pueden encontrar distintos morfotipos.

En el primer morfotipo en vista apical, son de forma esférica a ovoide. Algunos de estos dientes muestran en su ápice una protuberancia, en otros casos no se conserva, debido al desgaste.

El segundo morfotipo consiste en dientes con un aspecto más cónico, desprovisto de ornamentación. Pero con un cambio de coloración en el esmalte.

*Subclase ACTINPTERYGII Klein, 1885*

*Subclase NEOPTERYGII Regan, 1923*

*Infraclass HOLOSTEI Müller, 1846*

*Lepisosteiformes Hensley 1929*

(Figura 21)

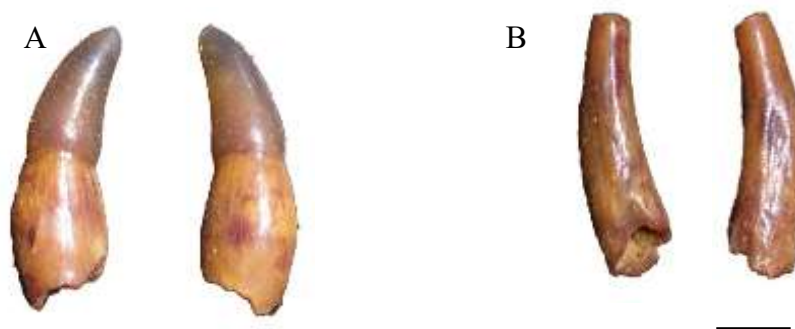


Figura 21. *Lepisosteiformes* pertenecientes a Vallipón Bloque IV. A y B son vistas laterales donde se observa la morfología principal. A presenta raíces bien conservadas con una estriación débil. B presenta morfología alargada. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 2 dientes. Figurados con Valli-668-669.

Descripción:

Se han diferenciado dos morfotipos.

El primer morfotipo consiste en dientes cónicos con curvatura hacia la parte lingual. La corona está provista de un esmalte más blanquecino o transparente y se puede observar la raíz con estriaciones.

El segundo morfotipo consiste en dientes estrechos y alargados, sin esmalte y no se observa la raíz.

Material destacable:



Figura 22. Fragmento de maxilar de actinoterigio . La escala corresponde a 1 mm.

Material: 1 fragmento de maxilar de un Actinopterigii (Figura 22). Figurado como Valli-.667.

Descripción:

El estado de conservación es bueno, presenta varios dientes sin erosión pronunciada. Durante este triado se ha atribuido a *Actinopterigii indet.*.

*Orden PYCNODONTIFORMES Berg, 1937*

*Familia PYCNODONTIDAE Agassiz, 1835*

*Pycnodontidae indet.*

(Figura 23)

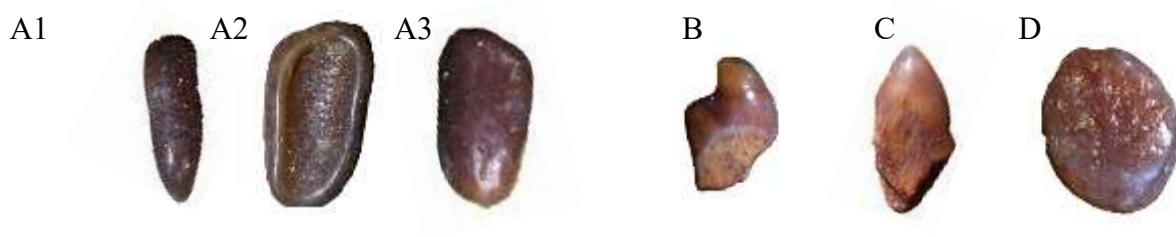


Figura 23. *Pycnodontidae indet.* perteneciente a Vallipón Bloque IV. A Morfotipo 2. A1 Vista laterakl, A2 Vista basal. A3 Vista oclusal. B. Morfotipo 1 en vista lateral. C. Morfotipo 3 en vista lateral. D. Morfotipo 5 en vista oclusal con marcas de digestión. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 325 dientes. Figurados Valli-670-994.

### Descripción:

Se incluyen varias morfologías. Estas variabilidades en la morfología de estos dientes, que es alta, se deben a las distintas posiciones dentales (marginales, anteriores e incisivos).

- Morfología 1: Son alargados, con una cúspide central y una accesoria lateral, que le dan una forma de “pseupinza”.
- Morfología 2: son dientes redondeados, alargados y aplanados con una pequeña cuenca en la parte central y las cúspides muy poco marcadas. Correspondientes a los molariformes. Podrían corresponder a Cf. *Anomoedus* sp..
- Morfología 3: Corresponden a dientes rómbicos en vista oclusal, con una raíz con dos alturas. Los dientes representados corresponderían a incisivos.
- Morfología 4: son dientes totalmente redondeados, tipo “botón”. Que corresponderían a dientes molariformes.
- Morfología 5: corresponden a dientes con forma globular y en la parte oclusal se puede ver una pequeña hendidura en forma circular.

### Material destacable:



*Figura 24. fragmento de paladar sin reemplazamiento de pycnodontiforme. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: 1 fragmento de paladar en el que no se puede ver el reemplazamiento dental típico de este grupo (Figura 24). Figurados Valli-670.

### Descripción:

El estado de conservación es bueno, presenta una gran cantidad de dientes con distintas morfologías. Durante el triado se ha obtenido un fragmento de paladar de *Pycnodontidae indet.*. Presenta un conjunto de dientes heterodontos, se puede apreciar la gran variabilidad de formas en el paladar.

*Orden AMIIFORMES O.P. Hay, 1929*

*Familia AMIIDAE Bonaparte, 1838*

*Amiidae indet.*

(Figura 25)



*Figura 25. Amiidae indet. A y B. en vista lateral donde se observa la morfología lanceolada y el cambio de coloración debido al esmalte. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: 39 dientes. Figurados Valli-995-1033.

#### Descripción:

El estado de conservación es bueno, sin ningún signo de desgaste, son alargados, con morfología lanceolada y en pocas ocasiones se conserva la raíz. Sin estriaciones en las coronas. El esmalte es más claro y transparente.

### Escamas (Figura 26)

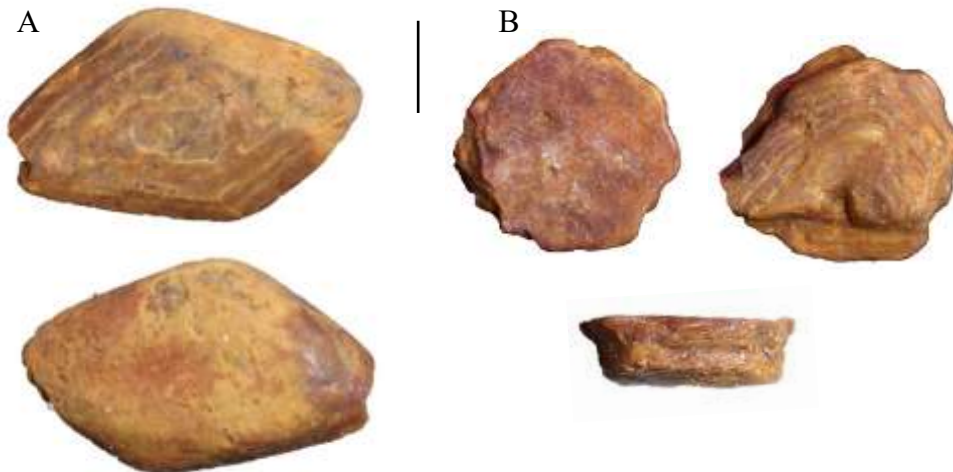


Figura 26. A. En se diferencia una escama con morfología romboidal de *Lepidotes* sp. y B. Escama de *Chondrichthyes* en sus distintas vistas. La escala es 1 mm.

Material: 95 fragmentos y escamas completas. Figurados Valli-1172-1266.

#### Descripción:

En su mayoría las escamas están rotas, presentan diferentes tamaños y con distintos estados de conservación. Se han encontrado escamas ganoideas de origen dérmico. Las escamas tienen forma rómbica, planas y están cubiertas con una capa similar al esmalte. Se disponen en forma de tejas, con una parte cubierta y otra libre, eso le permite una mayor flexibilidad y facilita la natación. La presencia de una gran cantidad de escamas se debería al crecimiento anual que presentan estas especies.

Cocodrilos: Clase Sauropsida *Goodrich, 1916*

*Clase SAUROPSIDA Goodrich, 1916*

*Orden CROCODYLIA Owen, 1842*

*Familia ATOPOCAURIDAE Gervais, 1871*

*Género THERIOSUCHUS Owen, 1878*

*Theriosuchus* sp.

(Figura 27)



Figura 27. *Theriosuchus* sp. perteneciente a Vallipón Bloque IV. En A se observa un diente en vista labial con estriaciones mediante marcadas. B. Vista lateral. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 2 dientes. Figurados Valli-1034-1035.

#### Descripción:

Presentan heterodoncia, hay varias morfologías principales. Todas las morfologías tienen una ornamentación marcada, algunas con desgaste y zonas con pequeñas fracturas o roturas.

Morfología 1: Estos dientes poseen crestas con estrías longitudinales, muy marcadas que van desde la corona al ápice. Este tipo de dientes tiene forma lanceolada y se engrosa en la parte más baja de la corona, en la cara lingual son planos mientras que la parte labial son convexos.

Morfología 2: Son dientes estrechos, afilados con estrías paralelas, que van desde la corona hasta el ápice, tienen un perfil rectangular.

### Familia BERNISSARTIIDAE Dollo, 1883

#### Género BERNISSARTIA Dollo, 1883

#### *Bernissartia* sp.

(Figura 28)

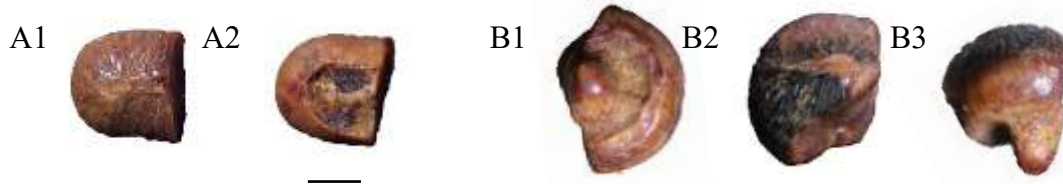


Figura 28 *Bernissartia* sp. perteneciente a Vallipón Bloque IV. Se observan las distintas morfologías. A1 y A2 corresponden a vista oclusal y basal. B1 corresponde a vista oclusal. B2 Vista lateral. B3 Vista lateral donde se observa la raíz conservada. La escala corresponde a 1 mm.

Material: 5 dientes. Figurados Valli-1036-1040.

Descripción:

El estado de conservación es variable, encontrándose 2 de los 3 dientes incompletos. Son dientes bulbosos y redondeados, con corona de perfil bajo, su morfología puede ser variable. La ornamentación es fina, las crestas delgadas van desde la parte media de la corona hasta el ápice.

*Familia GONIOPHOLIDIDAE Cope, 1875*

*Género GONIOPHOLIS Owen, 1842*

*Goniopholis sp.*

(Figura 29)

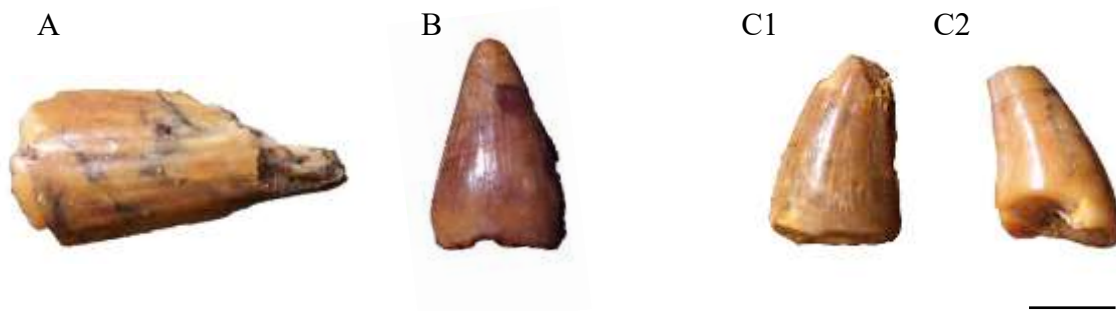


Figura 29. *Goniopholis sp.* pertenecientes a Vallipón Bloque IV. A. Diente muy fracturado. B en vista frontal con una ornamentación débil y morfología cónica. C1 Vista lingual con fracturación. C2 Vista labial con una ornamentación débil. La escala corresponde a 1mm.

Material: 45 dientes. Figurados Valli-1041-1085.

Descripción:

El estado de conservación es variable, encontrándose en su mayoría los dientes fragmentados por la base de la corona o en el ápice. Son dientes de corona aguda y alta, de forma cónica con sección circular y el ápice está ligeramente curvado hacia el lado lingual, tienen estrías longitudinales paralelas entre sí y poco marcadas.

Se han reconocido 4 dientes identificados como *Crocodylomorpha indet.* (Anexo I: Imagen de SEM) pero debido a su mala conservación no se han podido incluir en los grupos anteriormente nombrados, se les ha atribuido la sigla Valli-1094-1097.

Lagarto: Clase Reptilia Laurenti, 1768

Los restos encontrados de pequeños lagartos son escasos y están compuestos por fragmentos de mandíbulas y maxilares con dientes erosionados.

*Clase REPTILIA Laurenti, 1768*

*Orden SAURIA MacCartney, 1802*

*Suborden LACERTILIA, Günter, 1867*

*Familia PARAMACELLODIDAE Estes, 1983*

*Paramacellodidae indet.*

(Figura 30)



*Figura 30. fragmento de mandíbula con dientes poco erosionados de Paramacellodidae indet.. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: se ha encontrado 1 fragmento de mandíbula con dientes poco erosionados. Figurado como Valli-1086.

Descripción:

Buen estado de conservación, se conservan los dientes sin estar erosionados, son de pequeño tamaño sin crestas, “planares” con poca altura. Se conserva la raíz dentro del maxilar.

Dinosaurios: Clase Theropoda Marsh, 1881

*Clase THEROPODA Marsh, 1881*

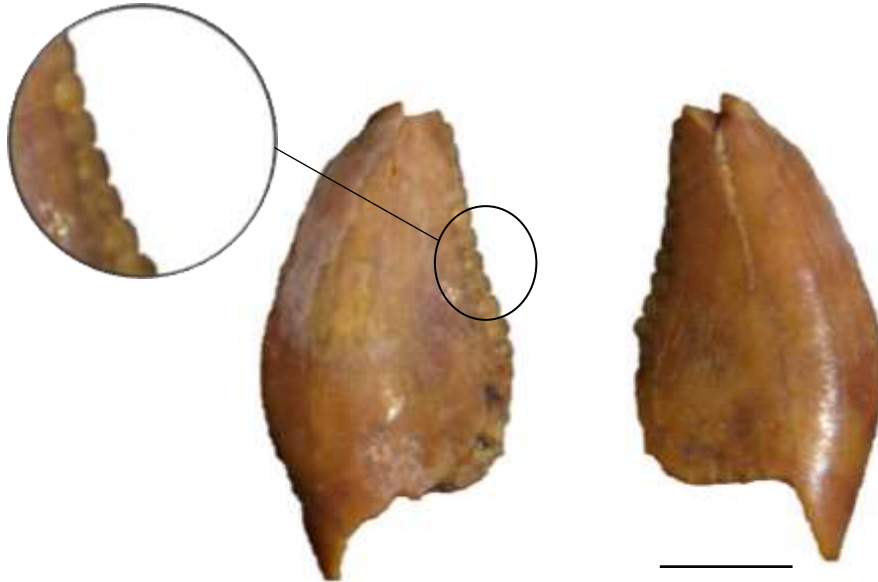
*Orden SAURISCHIA, Seeley, 1887*



*Suborden THEROPODA Marsh, 1881*

*Theropoda indet.*

(Figura 31)



*Figura 31 Vistas laterales de Theropoda indet. donde se observa la curvatura hacia la parte lingual, presentan denticulos . En la Ampliacion se obsca con mayor claridad los denticulos rectos y pequeños. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: 4 dientes completos, 1 trozo de paladar y 1 fragmentos de diente grande.  
Figurados Valli-1087-1090.

**Descripción:**

Están bien conservados aunque presentan fracturas. Los dientes son comprimidos lateromedialmente, presentan una sección ovalada y curvatura hacia la zona lingual. Este taxón presenta dentículos mesiales y es afilado. El diente es aplanado y presenta estrías longitudinales desde el ápice hasta la base.

La sección basal es elíptica, el margen mesial es serrado y el margen distal es liso pero afilado. Los dentículos son rectos y pequeños, la carena distal se desarrolla desde la base del diente pero sin llegar hasta el ápice. Los dientes laterales anteriores son altos y con carena distal. Los dientes laterales posteriores son bajos. Los dientes premaxilares tienen secciones biconvexas y los márgenes son rectos con dentículos en ambos lados y son perpendiculares al margen. Pertenecientes a individuos adultos.

Los dos bordes serrados son típicos de los dientes de Theropoda (Ruiz-Omeñaca et al., 1997).

Pterosauria: Clase Sauropsida

*Clase: SAUROPSIDA Huxley, 1864*

*Orden PTEROSAURIA Kaup, 1834*

*Suborden PTERODACTYLOIDEA Plieninger, 1901*

*Pterodactyloidea indet.*

(Figura 32 )



*Figura 32. Pterodactyloidea indet. perteneciente a Vallipon Bloque IV, con su morfología de “pipa” en vista frontal con su estriación. La escala corresponde a 1 mm.*

Material: 3 dientes. Figurados Valli-1091-1093.

Descripción:

Los dientes tienen una mala conservación. La altura máxima es de 1 mm, tienen una morfología en forma de “pipa” que poseen estriaciones que van desde la parte media de la corona hasta la base. En su mayoría los ápices están rotos o desgastados, tiene una sección elíptica, convexos en ambas vistas, labial y lingual.

### **Síntesis de los resultados de la bibliografía de los yacimientos del tránsito Jurásico–Cretácico en la Península Ibérica**

Debido a la gran cantidad de yacimientos comprendidos en el tránsito Jurásico-Cretácico de la Península Ibérica, así como a la gran cantidad de taxones referenciados, únicamente se describen y representan en las tablas de presencia-ausencia los que tienen

una mayor relación con las faunas observadas en el yacimiento de Vallipón (Anexo II). En la actualidad se siguen estudiando sedimentos de los yacimientos para obtener una mejor representación del conjunto de taxones y una mejor representación del ecosistema.

El Jurásico tiene un registro más escaso que el del Cretácico, el Jurásico de la Península Ibérica se describen los yacimientos de Asturias, Portugal y Aragón. El Cretácico en la Península Ibérica es uno de los periodos mejor estudiados en lo que se refiere a los microvertebrados aun quedando mucho estudio por delante.

#### Jurásico

En el registro de Asturias, los restos óseos descritos corresponden a tiburones, rayas, peces óseos, tortugas, ictiosaurios, plesiosaurios, cocodrilos, reptiles voladores y dinosaurios procedentes de varias formaciones ([Ruiz-Omeñaca et al., 2006](#)):

- Formación Rodiles (Miembro Santa Mera, Pliensbachiense-Bajociense inferior; Colunga).
- Formación Gijón (miembro superior, Hettangiense-Sinemuriense inferior; Gijón).
- Formación Vega (Kimmeridgiense; Noreña).
- Formación Tereñes (Kimmeridgiense; Ribadesella).
- Formación Lastres (Kimmeridgiense; Villaviciosa).

En el registro de Portugal, cabe destacar los yacimientos de Porto das Barcas, Zimbral, Guimarota y Pai Mogo.

- Mina de carbón de Guimarota (Jurásico superior, Kimmeridgiense) ha proporcionado miles de fragmentos óseos, dientes aislados e incluso especímenes completos descubriéndose huesos aislados de micromamíferos (*Haldanodon exspectatus*), a los dryolestoides y a un multituberculado (*Paulchoffatiid?*). La interpretación de este yacimiento es un medio lacustre con influencia marina ([Cuenca-Bescós et al., 2019](#); [Guimaulle, 2019](#)).
- Los yacimientos de Porto das Barcas y Zimbal (Jurásico superior, Titonico). Corresponden a depósitos de lodo de llanura de inundación ([Guimaulle, 2019](#)).
- El yacimiento de Valmitão (Jurásico) es depósito de lodo de lago con una tasa de sedimentación lenta. Los restos se han atribuido a “peces”, anfibios, escamosos, crocodilomorfos y dinosaurios ([Guimaulle, 2019](#)).

En el registro de Soria, se han encontrados escasos restos de pterosaurios sin determinación en los yacimientos de los de Huérteles y Valduérteles (Titónico-Berriasiense)

## Cretácico

El Cretácico como ya se ha dicho más arriba es uno de los periodos mejor estudiados respecto a restos de microvertebrados.

En Soria se han descrito varios yacimientos ([Fuentes Vidarte et al., 2003, 2021](#)):

- El yacimiento de Los Caños (Hauteriviense superior-Barremiense inferior), que es la continuación de Zarralbo, se han registrado escasos restos de tortugas, cocodrilos, peces (*Lepidotes sp.*) y dinosaurios.
- En el yacimiento de Zarralbo (Hauteriviense superior/Barremiense inferior; Golmayo) se han registrado de 4 taxones de dinosaurios (Ornithopoda, Sauropoda, Theropoda y Thyreophora), una tortuga Criptodira, peces del género *Lepidotes* y un cocodrilo “*Mesosuquio*”

En Castellón, esta localidad es famosa por sus restos de dinosaurios (Morella y Els Ports) pero cabe destacar:

- En el conjunto de yacimientos de Morella (Aptiense inferior) se han registrado distintos dinosaurios saurópodos, terópodos, ornitópodos (géneros *Iguanodon* e *Hypsilophodon*) y tireóforos del género *Polacanthus* ([Fuentes Vidarte et al., 2021](#)).
- El yacimiento de El Beltrán dentro de la Formación Arcillas de Morella, bastante extenso vertical como lateralmente, se han descrito fragmentos de hueso, 3 dientes de iguanodón, un hueso de saurópodo, dientes de cocodrilos, cáscaras de tortuga y numerosos dientes y escamas de peces (semionotiformes y picnodontidos) ([Gasulla et al., 2011](#)).
- En el yacimiento de Mas de Romeo se han identificado fragmentos de dinosaurios terópodos como tireóforos y dientes de cocodrilos ([Gasulla et al., 2011](#)).
- En el yacimiento Cantera del Mas la Perreta se han localizado 11 subyacimientos. Dentro del conjunto de vertebrados se han podido determinar varios grupos de los peces que están representados por restos de elasmobranquios: hibodóntidos (dientes y espinas craneales y dorsales), semionotiformes (dientes y escamas) y picnodontiformes (dientes). También, se han descrito restos desarticulados de tortugas, cocodrilos neosuquios y atoposáurio, restos de plesiosaurios y dinosaurios ([Gasulla et al., 2011](#)).
- En el yacimiento de Ana en Cincorres, los restos más abundantes corresponden a dinosaurios aunque también se han hallado restos de peces, tiburones y cocodrilos ([Gasulla et al., 2011](#)).

- En el Miembro Mas de Querol de la Formación Artoles (Barremiense) se han identificado restos pertenecientes a peces y un tetrápodo indeterminado cocodrilos ([Gasulla et al., 2011](#)).
- En la Formación de Arcillas de Morella (Barremiense superior) ha proporcionado restos de tiburones, peces actinoptergios, reptiles sauroptergios, tortugas, crocodiliformes neosuquios y dinosaurios, todos los yacimientos presentan una gran abundancia de restos y de diversidad de los grupos representados ([Arillo et al, 2018](#)).

En el registro de Valencia los restos más importantes corresponden a los pertenecientes en Los Serranos (Cretácico inferior; La Losilla) se han descrito restos de dos importantes taxones, un dinosaurio saurópodo y un dinosaurio estegosaurio ([Fuentes Vidarte et al., 2021](#)). También existe registro en yacimientos continentales (Cretácico superior (Campaniense superior-Maastrichtiense inferior), en Perenchiza) se han estudiado fósiles de microvertebrados desarticulados, especialmente peces actinoptergios, escamosos y anfibios ([Company et al., 2009](#); [Company & Szentesi, 2012](#)).

En Cuenca ha proporcionado una buena cantidad de restos de microvertebrados:

- Las Hoyas y Uña (Barremiense inferior), se han registrado restos de micro y macrovertebrados, entre ellos se han reconocido taxones de pequeños mamíferos, aves, cocodrilos, tortugas, reptiles, anfibios y dinosaurios ([Delclòs et al., 2004](#); [Fuentes Vidarte et al., 2021](#)).
- Los yacimientos de “Hoces de Beteta” (Barremiense superior) se han descrito restos de plantas, ostrácodos, moluscos, peces, anfibios, tortugas, cocodriloformes y restos de dinosaurios ([Barroso-Barcenilla et al., 2020](#)).
- El yacimiento de Buenache de la Sierra (Barremiense superior) con un contenido fosilífero complejo y muy diversificado, el conjunto se compone de carofitas, ostrácodos, moluscos, peces, albanerpetónidos, anuros, lepidosauromorfos, quelonios, un pterosaurio, terópodos, crocodiliformes, cáscaras de huevo y un mamífero, así como así como astillas de hueso, fragmentos de conchas y restos vegetales ([Buscalioni et al., 2008](#)).

Los yacimientos de Burgos están ampliamente distribuidos, desde el Hauteriviense superior al Aptiense. Se han reconocido taxones de dinosaurios saurópodos, terópodos, ornitópodos y tireóforos, a su vez se han reconocido restos de

tortugas y cocodrilos ([Fuentes Vidarte et al., 1999, 2003, 2021; Pereda Suberbiola et al., 2003](#)).

En La Rioja, los yacimientos de microvertebrados son muy escasos ([Fuentes Vidarte et al., 2021; Ortega et al., 1996](#)):

- En Igea (Cretácico inferior) se han descrito restos de dinosaurios, un ornitópodo y un dinosaurio de la especie *Baryonyx walkeri*.
- En Vadillos de San Román (Cretácico inferior) se han descrito restos de un cocodrilo del género *Goniopholis* y en Préjano, los restos de un grupo de pterosaurios.
- En Préjano, los restos de un grupo de pterosaurios.

En Jaén, en el sur de Bedman (Berriasiense inferior) se ha descrito un cocodrilo marino, en la parte litoral somera ([Gea et al., 2001](#)).

En la Cuenca Vasco-Cantábrica (Cordillera Cantábrica) en el norte de España se han descrito diferentes yacimientos:

- El yacimiento de Vega de Pas 1 (Cretácico inferior) en la Formación Vega de Pas en la localidad de Vega de Pas, una fauna de tiburones muy diversificada y adaptada a diferentes hábitos alimenticios. Se han encontrado restos aislados de *Hybodus*, *Egertonodus*, *Planohybodus*, *Lonchidion*, *Parvodus* y *Lissodus*, también se han descrito semionotiformes, amiiformes y un único taxón picnodontiforme ([Bermúdez-Rochas, 2009](#)).
- En la parte meridional de la cuenca, que tiene gran cantidad de restos, los yacimientos están representados por vertebrados continentales y marinos:
  - o En la parte externa correspondiente a la Rampa Castellana en las series de edad Campaniense-Maastrichtiense se encuentran yacimientos como Quintanilla la Ojada, Urria, Cuezva, Quecedo de Valdivielso y otros enclaves de menor importancia ([Berreteaga et al., 2013](#)).
  - o Y en el Sinclinal de Miranda-Treviño (Condado de Treviño), se encuentran los yacimientos de Laño y Albaina. Además, otras áreas de esta región han proporcionado restos de vertebrados, especialmente en algunos afloramientos del Puerto de Vitoria/Gasteiz ([Berreteaga et al., 2013](#)).

Los vertebrados continentales, cuyo principal exponente es el yacimiento de Laño, representados por actinopterigios, anfibios, lagartos, serpientes, tortugas, cocodrilos, dinosaurios, pterosaurios y mamíferos. Y los vertebrados marinos, cuyos fósiles provienen principalmente de los yacimientos de Albaina y Quintanilla la Ojada, están

representados por selacios, actinopterigios, mosasaurios y plesiosaurios. Los niveles continentales de Laño se han interpretado como un ambiente fluvial y el yacimiento de Urria se ha interpretado como una llanura de inundación ([Berreteaga et al., 2013](#)).

En el registro de Aragón, la mayoría de los yacimientos se encuentran dentro de facies Weald. Se han reconocido gran cantidad de yacimientos de microvertebrados del Barremiense inferior y se sitúan principalmente en 3 formaciones, Formación Blesa, Formación Camarillas y Formación el Castellar ([Ruiz-Omeñaca & Canudo, 2001](#)):

- Dentro de la formación Blesa cabe destacar el yacimiento de La Cantalera, muy cercano al yacimiento de Vallipón, y el yacimiento Barranco Hocino-1.
  - o En La Cantalera (Barremiense inferior) se han descrito principalmente dientes aislados, huesos desarticulados (fragmentados y completos), cáscaras de huevo y coprolitos.
  - o En Barranco Hocino-1, se sitúa en la parte media de la Formación Blesa (Barremiense Inferior) y su contenido fósil está compuesto principalmente por macrorestos de ornitópodos, restos dérmicos de anquilosaurios, dientes de terópodos y restos de microvertebrados (dientes de crocodilomorfos y osteíctios, fragmentos de placas de tortugas y cáscaras de huevo) y coprolitos de tamaño medio-pequeño ([Alonso et al., 2016](#)).
- En la Formación Camarillas por lo que en general es habitual encontrar macrorestos ya que tiene poca continuidad,, aunque también se observan acumulaciones de microfauna mal conservada y con marcas de abrasión y corrosión ([Sánchez Hernández, 2002](#)). Las asociaciones principales se encuentran en Galve y se han reconocido restos de vertebrados e invertebrados marinos ([Canudo et al., 1996](#)). Como mamíferos, tiburones, peces óseos, anfibios, escamosos, cocodrilos, tortugas, pterosaurios y dinosaurios ([Ruiz-Omeñaca et al., 2003](#)).
- En la Formación El Castellar se observan unas buenas acumulaciones de microvertebrados y con restos de macrovertebrados dispersos, en Galve se localizan gran cantidad de yacimientos ([Canudo et al., 1996](#)). También se encuentran los yacimientos de Molino Alto 1, Caña seca y Carretera Allepuz-Gúdar.
  - o Galve (Títonico-Barremiense inferior; Teruel) se han recuperado taxones de osteíctios, condictios, anfibios, reptiles, cocodrilos, reptiles y mamíferos ([Canudo et al., 2010](#)).



- Molino Alto 1 (Valanginiense-Barremiense basal; Aliaga) se han reconocido taxones de osteíctios, condictios, anfibios, cocodrilos, mamíferos ([Cuenca-Bescós et al., 2014](#)).
- Caña seca y Carretera Allepuz-Gúdar (Valanginiense? -Barremiense inferior; Gúdar) se han reconocido taxones de osteíctios, condictios, anfibios, cocodrilos.
  - En el yacimiento Caña Seca se han reconocido una asociación de restos aislados de microvertebrados, como condictios, osteíctios, lisanfibios, tortugas, crocodrilomorfos, y macrovertebrados, dinosaurios ([Gasca & Canudo, 2012](#)).
  - En el yacimiento Carretera Allepuz-Gúdar se ha reconocido una asociación de microvertebrados dominada por restos de condictios y osteíctios, con restos escasos de lisanfibios y crocodrilomorfos ([Gasca & Canudo, 2012](#)).

Semejante a estas formaciones se encuentra la Formación Mirambel, destacando los yacimientos de Ladruñan. Donde se han encontrado principalmente abundantes restos de vertebrados, especialmente de peces y dinosaurios. Además de encontrarse de manera más escasa hibodóntidos, quelonios y cocodrilos. En los niveles estudiados se ha encontrado *Globator maillardii* var. *trochiliscoides* ([Infante et al., 2005](#)).

## **Discusión e interpretación**

Yacimiento de Vallipón

### **Bioestratigrafía**

No se han encontrado durante el triado ningún tipo de carácea, por lo que la bioestratigrafía de este yacimiento se debe únicamente a la bioestratigrafía del entorno de la zona y de sus unidades reconocidas.

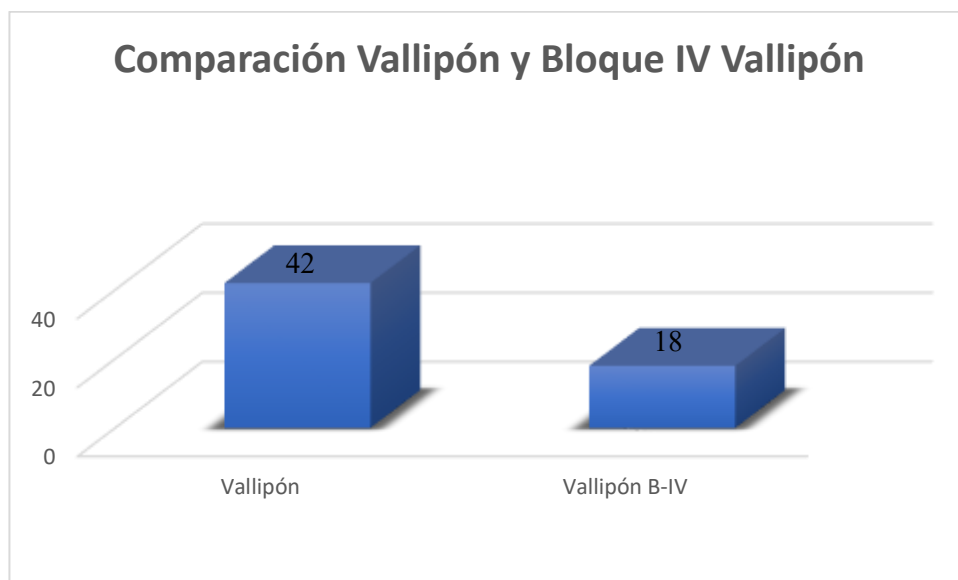
### **DRX**

Se ha encontrado durante el análisis de DRX materiales detríticos, como cuarzo, micas y óxidos de hierro, goethita y hematites. La presencia de óxidos de hierro, no solo

en el sedimento sino también en los restos, indican una exposición subaérea posterior a la formación del yacimiento.

#### Paleobiodiversidad y paleoecología

La paleobiodiversidad en el Bloque IV es menor que la descrita por otros autores en el yacimiento de Vallipón, ya que en el Bloque IV se han reconocido 18 taxones de vertebrados, seguramente provocada por la menor cantidad de muestra procesada pero todos los taxones reconocidos son los más abundantes a la vez que los más significativos (Figura 33). La variabilidad de estos taxones podría deberse a que la Península Ibérica durante el Cretácico inferior era un archipiélago-isla donde habría intercambio faunístico y sería el paso de los distintos grupos.



*Figura 33. Diagrama de bloques donde se representa la diferencia de taxones entrados respecto a todos los taxones representados en Vallipón y los taxones identificados en Vallipón Bloque IV. Se puede observar la diferencia de biodiversidad.*

A pesar de que en el yacimiento la presencia mayoritaria sean los dinosaurios, en el Bloque IV aquí estudiado que presenta continuidad estratigráfica y fosilífera con el resto del yacimiento, la presencia mayoritaria corresponde a osteíctios y condricios. No se han encontrado mamíferos. La continuidad estratigráfica se debe a que los materiales son los mismos que los bloques estudiados.

La abundancia de restos fósiles de cada grupo es muy distinta, se han contabilizado mayor proporción de organismos acuáticos frente a los terrestres. La cantidad de taxones continentales frente acuáticos es muy desproporcionada, observándose una mayor presencia de taxones acuáticos (95%) respecto a los terrestres

(5%). De los 1266 ejemplares recuperados 1131 son restos de organismos acuáticos (Figura 34; Figura 35).

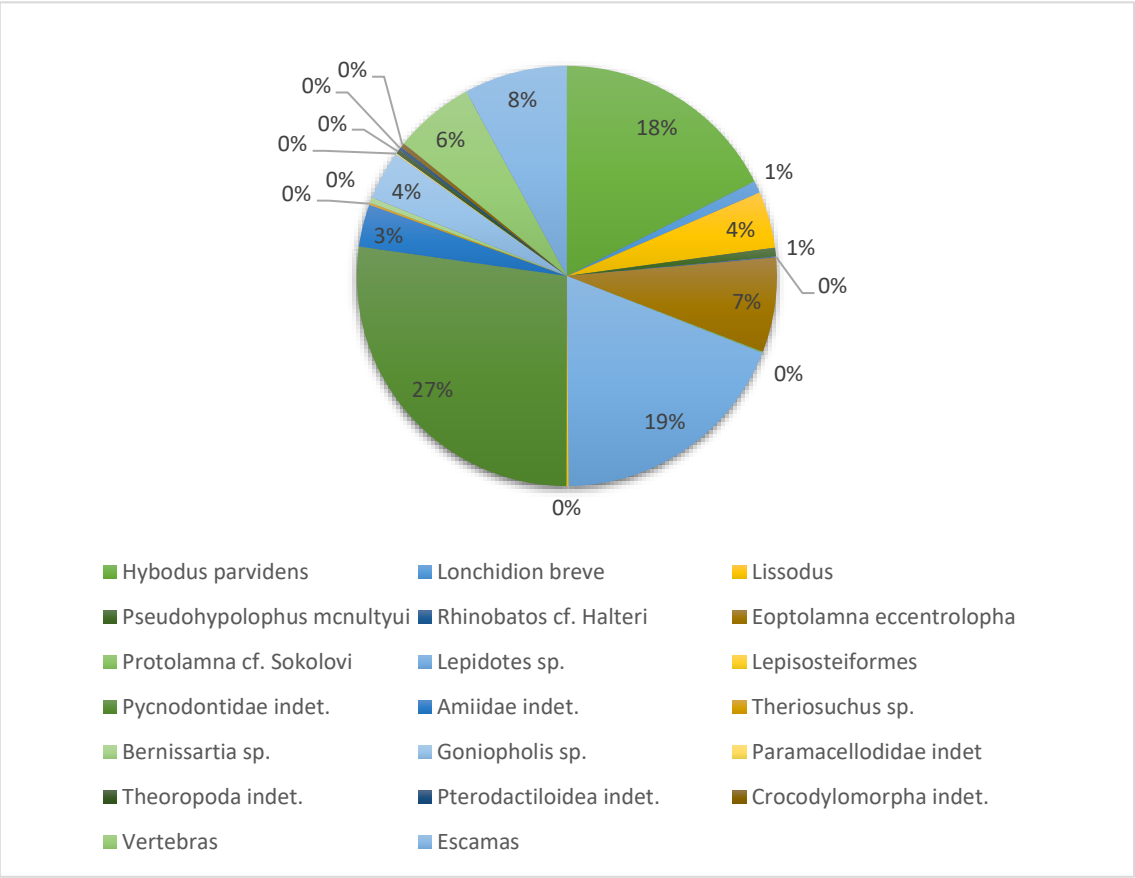


Figura 34. Grafico de circulo. Indicación del porcentaje respecto al total de restos de los taxones reconocidos en Vallipón Bloque IV.

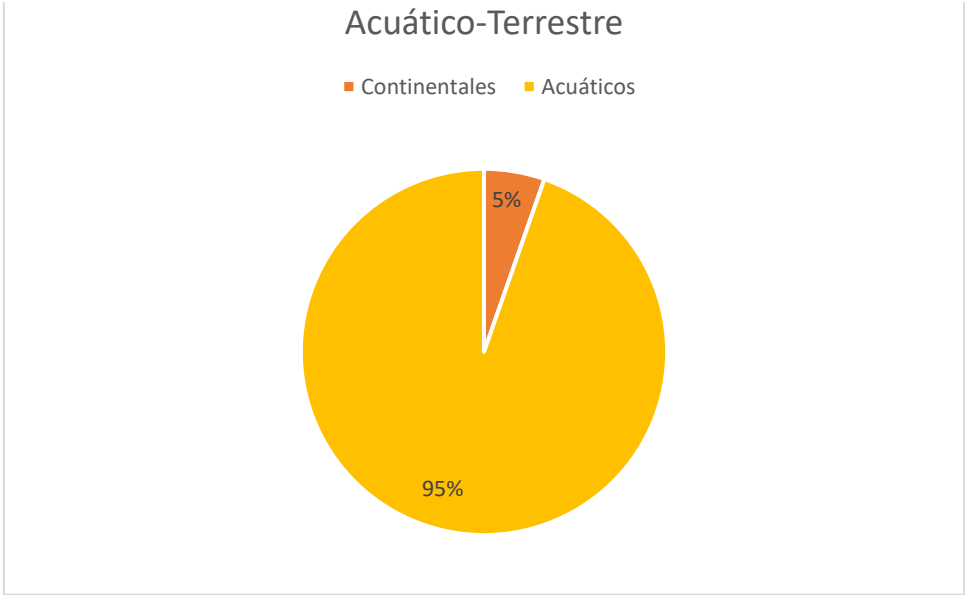


Figura 35.Grafico circular. Representación de los taxones acuáticos frente a los continentales. Se observa como hay un 95% de organismos acuáticos y 5% continentales.

Entre los taxones típicos de facies acuáticas se encuentran condriktios hybodóntidos y lamniformes, osteíktios (picnodóntidae y amiidae) y rayas, los taxones semiacuáticos corresponden a cocodrilos (*Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.* y *Goniopholis sp.*), mientras que los taxones terrestres se corresponden a Theropoda sp. y un lagarto.

Cabe destacar, que los restos de taxones acuáticos no tienen por qué pertenecer a distintos individuos, sino que es muy probable que varios de estos restos hubieran sido parte del mismo individuo en vida. Algunos de los organismos como los “peces” tienen un reemplazo continuo durante su ciclo de vida y el número de vértebras es variable en función de su longitud.

Otra opción que explicaría la gran cantidad de restos encontrados de “peces” y su relación ecológica podría ser que los *Hybodus parvidens*, con su dentición de tipo desgarrador, se alimentaban en gran medida de pequeños peces óseos.

La abundancia de los restos de organismos marinos frente a los de agua dulce no implica que se formase en un medio marino, algunos de los taxones encontrados como los pycnodontiformes, amiformes e hibodontiformes toleran las variaciones de salinidad por lo que pueden desarrollar su vida tanto en agua dulce como en agua salada pero la no existencia de organismos de agua dulce reafirma la hipótesis planteada por otros autores, el yacimiento se formó bajo condiciones marinas. Además, la presencia de Rajiformes implica una zona somera de poca profundidad.

La presencia de crocodilomorfos, de pequeño tamaño e incluidos dentro de ejemplares juveniles, nos indican que la zona era costera y en conexión con el continente. Unido a la presencia de pterosaurios, aunque no se encuentren representados dentro de la muestra del Bloque IV, indican que serían los principales depredadores en la zona y que estarían en los acantilados cercanos de la zona.

Los restos dentales, en su mayoría, presentan marcas de desgaste y de digestión, sin un redondeamiento y con una buena conservación por lo que el transporte sufrido es mínimo. Estas marcas se concentran en los dientes de picnodontiformes y en *Eoptolamna eccentricolopha* serían la principal fuente de alimentación para los depredadores de la zona. Los restos post-craneales presentan signos claros de transporte, tienen un gran redondeamiento perdiendo así la forma original, por lo que podrían ser alóctonos a la zona.

Por todo esto, lo más probable es que el yacimiento se formará en un medio marino-transicional en una zona costera somera poco profunda con interacción con el

continente. La acumulación de restos no digeridos se debería a la presencia de depredadores como cocodrilos y pterosaurios, aunque no serían los únicos depredadores como pasa en los medios actuales. Parte de esta acumulación pertenecería a los carroñeros que se acercaran a la zona a alimentarse por ello hay representantes continentales. La acción de la marea re trabajaría parte de los restos encontrados haciendo que perdieran su forma original depositándolos en la zona erosionada debajo del acantilado.

## Yacimientos de la Península Ibérica

### Paleobiogeografía

Observando las distribuciones paleogeográficas de las especies se puede suponer con gran fiabilidad que tanto su distribución como su representación está estrechamente ligada a los modos de vida, las preferencias alimentarias, la temperatura óptima para su proliferación y la paleogeografía del momento. Muchos de los taxones representados siguieron las mismas rutas de los grandes vertebrados.

Analizando las distintas tablas de presencia-ausencia de los yacimientos citados en este trabajo existe una evidencia clara de que hay una serie de taxones que aparecen en casi todos ellos y que demuestran una amplia distribución territorial y medioambiental así como una gran longevidad.

Hay algunos taxones de vertebrados que aparecen de manera constante como son los cocodrilos Goniopholidae y otros peces como Lepidotes. Hay que tener en cuenta que dependiendo del paleoambiente existe una gran variación del espectro faunístico representado con un predominio claro de uno u otro vertebrados, residiendo su presencia en el tipo de clima, modo de vida y condiciones de esa localidad.

### Paleoecología

Con los datos recogidos en la tabla presencia-ausencia (Anexo III) se puede dar una aproximación al ambiente que estaba presente en cada yacimiento, pero cabe destacar que la no presencia y los restos indirectos son muy indicativos de las condiciones ambientales. Hay que tener en cuenta que la representación taxonómica de cada yacimiento puede no ser la representativa, que los taxones encontrados no sean los esperados por el tipo de clima presente en las cercanías de las localidades por lo que

siempre hay que tener en cuenta que puede producirse un sesgo por falta de información o que las condiciones de ese yacimiento sean únicas (un microambiente localizado).

### Paleobiodiversidad

Como se puede observar en las tablas de presencia-ausencia la paleobiodiversidad durante el tránsito Jurásico-Cretácico en la Península Ibérica es muy elevada, esto puede deberse a que durante esta etapa la Península Ibérica era un archipiélago isla que permitía el intercambio faunístico. Cabe destacar que la riqueza de un yacimiento está definida por el tipo de ambiente, el tipo de sedimento y la historia geológica sufrida por el yacimiento. No es lo mismo estudiar un yacimiento que ha tenido un enterramiento rápido que un yacimiento que ha tenido una exposición subaérea larga y que en la actualidad está a la intemperie puesto que los restos se deterioran incluso llegando a destruirse.

### Conclusiones

La paleobiodiversidad en Vallipón es muy elevada esto se debe a que paleogeográficamente la Península Ibérica durante el Cretácico inferior era un archipiélago-isla, sería una zona de comunicación e intercambio faunístico. En el Bloque IV de Vallipón la biodiversidad es inferior que en el yacimiento de Vallipón debido a que se ha procesado una menor cantidad de sedimento. La presencia mayoritaria corresponde a osteóctios y condriactos, que corresponden a los taxones principales y abundantes.

El yacimiento se formó en un medio transicional de origen marino por la acumulación de restos por depredadores, mostrando los restos marcas de digestión. Los restos acumulados por acción de depredación son una mezcla de taxones acuáticos y terrestres, con varios depredadores presentes en la zona. También se aprecia una acumulación por un flujo de continente, como indican los restos con redondeamiento y los minerales detríticos obtenidos por el DRX.

Finalmente, en comparación con otros yacimientos del Barremiense superior y cercanos a la situación geográfica del yacimiento de Vallipón, Vallipón se formaría en condiciones marinas y tendría un acumulador de estos restos. En la mayoría de los yacimientos cercanos a Vallipón los paleoambientes interpretados corresponden a medios palustres lacustres sin un acumulador definido, como pasa en Galve.

Como se ha podido observar en la tabla de presencia ausencia los yacimientos mejor representados y con mayor riqueza fosilífera se sitúan en el Barremiense inferior. Los yacimientos peor representados son del Jurásico superior, a excepción de Guimarota que presentan una gran cantidad de taxones.

Los paleoambientes mayoritarios registrados durante el tránsito Jurásico-Cretácico en la península son medios fluviales con influencia marina, a excepción de Santa Bárbara, Vallipón y los yacimientos representados en la Formación Rodiles que son medios marinos poco profundos.



## Referencias

- Alonso, A., Gasca, J. M., Navarro-Lorbés, P., Núñez-Lahuerta, C., Galán, J., Parrilla-Bel, J., Rubio, C., & Canudo, J. I. (2016): La asociación faunística de Barranco del Hocino 1, un nuevo yacimiento de vertebrados del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel. *Cuadernos Del Museo Geominero*, 20 (October), 303–307.
- Alonso, A., Medrano-Aguado, E., Pérez-Pueyo, M., Núñez-Lahuerta, C. y Canudo, J.I. (2018): Isolated theropod teeth from the Lower Cretaceous (Upper Barremian) of Vallipón (Teruel, NE Spain). En: 3 IMPERP Krasiejów (Ópole).
- Arillo, A.; Gasulla, JM.; Narváez, I. & Otega, F. (2018): Análisis preliminar de un nuevo ejemplar de *Iguanodon bernissartensis* del Barremiense superior de la formación arcillas. *Cuadernos Del Museo Geominero*, N° 27. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. ISBN 978-84-9138-066-5, 27(October).
- Barroso-Barcenilla, F., Audije-Gil, J., Barrón, E., Berrocal-Casero, M., Blain, H.A., Bravo, A., Callapez, P., Cambra-Moo, O., Escaso, F., Martín-Closas, C., Ortega, F., Pérez García, A., Pino, N., Prieto, I., Rodríguez-Lazaro, J., Ruiz-Galván, A., Sanz, J., Segura, M., Sevilla, P. (2020): Los yacimientos del Barremiense superior de las "Hoces de beteta" (Cuenca, España): contexto geológico y contenido paleontológico
- Bermúdez-Rochas, D. (2009): New hybodont shark assemblage from the Early Cretaceous of the Basque-Cantabrian Basin. *Geobios*, 42(6), 675–686. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2009.06.004>.
- Berreteaga, A., Pereda Suberbiola, X., Floquet, M., Baceta J.I., Corral, C., Badiola, A. y A. H. (2013): Encuadre estratigráfico de los yacimientos con fósiles de vertebrados del cretácico final de la región vasco-cantábrica meridional. V Congreso Del Cretácico En España, 53(9), 1689–1699.
- Brinkman, D. B., Russell, A. P., & Peng, J. H. (2005): Vertebrate microfossil sites and their contribution to studies of paleoecology. In *Dinosaur Provincial Park: A spectacular ecosystem revealed*. P.J. Currie and E.B. Koppelhus, eds. Indiana University Press, Bloomington, pp.88–98.
- Buscalioni, A. D., Fregenal, M. A., Bravo, A., Poyato-Ariza, F. J., Sanchiz, B., Báez, A. M., Cambra Moo, O., Martín Closas, C., Evans, S. E., Marugan Lobón, J. (2008): The vertebrate assemblage of Buenache de la Sierra (Upper Barremian of Serrania

- de Cuenca, Spain) with insights into its taphonomy and palaeocology. *Cretaceous Research*, 29: 687-710.
- Canudo, J.I., Gasca, J.M., Aurell, M., Badiola, A., Blain, H.-A., Cruzado- Caballero, P., Gómez-Fernández, D., Moreno-Azanza, M., Parrilla, J., Rabal, R. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2010): La Cantalera: an exceptional window onto the vertebrate biodiversity of the Hauterivian-Barremian transition in the Iberian Peninsula. *Journal of Iberian Geology*, 36(2): 205-224.
- Canudo, JI; Cuenca-Bescós, JI; Ruiz-Omeñaca, JI; Soria, A. (1996): Estratigrafía y Paleoecología de los vertebrados del Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de Las Matas*, 15, 9–35.
- Carrano, M., & Velez-Juarbe, J. (2006): Paleocology of the Quarry 9 vertebrate assemblage from Como Bluff, Wyoming (Morrison Formation, Late Jurassic). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 237, 147-159.
- Company, J., & Szentesi, Z. (2012): Amphibians from the Late Cretaceous Sierra Perenchiza Formation of the Chera Basin, Valencia Province, Spain. *Cretaceous Research*, 37, 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2012.04.003>
- Company, J., Szentesi Z., Makádi L., (2009): Amphibians and lizards from the Upper Cretaceous (Late Campanian Early Maastrichtian) Sierra Perenchisa Formation (Valencia Province, Spain). Abstract Volume of the 7th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Paleontologists, Berlin, Germany, p. 20.
- Cuenca-Bescós, G., Badiola, A., Canudo, J.I., Gasca, J.M., and Moreno-Azanza, M. (2011): Nuevo mamífero dryolestidan de la transición Hauterivian-Barremian de la Península Ibérica. *Acta Palaeontologica Polonica*, 56 (2) (2011), págs. 257 – 267.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., & Ruiz Omeñaca, J.I. (1996): Los mamíferos del Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de Vallipón, Mas de las Matas (Teruel, España). *Mas de las Matas* 15: 105–137.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., Badiola, A., Gasca, J.M., Moreno Azanza, M. (2019): Mesozoic mammals of the Iberian Peninsula: An approach to their paleoecology. VII Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes, Burgos.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, JI Gasca, J & Moreno-Azanza, Miguel & Cifelli, Richard. (2014): Spalacotheriid ‘Symmetrodonts’ from the Early Cretaceous of Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 34. 10.1080/02724634.2014.866574.

- Delclòs, X. M., Martín-Closas, C., Buscalioni, A. D., Fregenal-Martínez, M. A., de la Fuente, M., Gomez, B., & Soriano, C. (2004): Tafonomía y paleoecología del ecosistema acuático de Las Hoyas (Barremiense superior, Serranía de Cuenca). *Geo-Temas*, 6(January), 39–42.
- Devillers, C. & Clairambault, P. (1997): *Zoología/ bajo la dirección de P.P. Grassé. T. 2, Vertebrados: anatomía comparada*. Toray-Masson, Barcelona, 545 p..
- Fuentes Vidarte, C. & Meijide Calvo, M. 1999. Presencia de crías de *Hypsilophodon foxii* (Dinosauria, Ornithopoda) en el Weald de Salas de los Infantes (Burgos, España). *Actas I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios Salas de los Infantes (Burgos)*, 1999, 339-348.
- Fuentes Vidarte, C., Meijide Calvo, M., Meijide Fuentes, F. & Meijide Fuentes, M. (2003): Fauna fósil del yacimiento Mesozoico (Cretácico Inferior, Wealdense) de “Los Caños” (Soria, España). *Celtiberia*, 97, 487-506.
- Fuentes Vidarte, C., Meijide Calvo, M., Meijide Fuentes, F., & Meijide Fuentes, M. (2021): Fauna de vertebrados del Cretácico Inferior del yacimiento de “Zorralbo” en Golmayo (Soria, España). *Spanish Journal of Palaeontology*, 20(3), 83. <https://doi.org/10.7203/sjp.20.3.20583>
- Gasca, J. M., & Canudo, J. I. (2012): Nuevos vertebrados fósiles de la Formación El Castellar en Gúdar, Teruel, España (Barremiense inferior, Cretácico Inferior) New vertebrate fossils from the El Castellar Formation in Gúdar, Teruel, Spain (lower. January, 187–190.
- Gasca, J.M. (2015): Aportaciones al conocimiento sobre los dinosaurios del Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de Teruel, España: asociaciones fósiles, sistemática, paleobiodiversidad y afinidades paleobiogeográficas. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, España, 170 pp.
- Gasulla, J. M., Ortega, F., Escaso, F., & Pérez-García, A. (2011): Los yacimientos de vertebrados de la Formación Arcillas de Morella (Aptiense inferior). *IX Encuentro de Jóvenes Investigadores En Paleontología*, 1, 20–21.
- Gea, G. A., Buscalioni, A. D., Aguado, R., & Ruiz-Ortiz, P. A. (2001): Restos fósiles de un cocodrilo marino en el Berriasiense inferior de la Unidad Intermedia del Cárceles-Carluco. Cordilleras Béticas. Sur de Bedmar (Jaén). *Geo-Temas*, 3(2), 201–203.
- Guillaume, A.R.D., Moreno-Azanza, M., Puértolas-Pascual, E., & Mateus, O. (2018): *Crocodylomorph Teeth From the Lourinhã Formation, Portugal (Late Jurassic)*.

XVI Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologists, June, 80.

- Guillaume, Alexandre R D. (2019): Microvertebrates of the Lourinhã Formation (Late Jurassic, Portugal) Microvertebrates of the Lourinhã Formation (Late Jurassic, Portugal) Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Orientador: Miguel Moreno-Azanza, Faculdade de Ciências e Tecn. November 2019.
- Guimerà, J., & Salas, R. (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). In *Geogaceta* (Vol. 20, Issue 7, pp. 1704–1706).
- Infante, P., Ruiz-Omeñaca, J., & Canudo Sanagustín, J. (2005): Primera evidencia de dinosaurios terópodos en la Formación Mirambel (Barremiense inferior, Cretácico Inferior) en Castellote, Teruel. *Geogaceta*, 38, 31–34.
- Ipas, J., Aurell, M., & Badenas, B. (2005): Las unidades del tránsito Jurásico-Cretácico del Maestrazgo septentrional (NE de Teruel). *Geogaceta*, 38, 7–10.
- Kriwet, R., Soler-gijo, R., & Lo, N. (2007): Neoselachians from the Upper Campanian and Lower Maastrichtian (Upper Cretaceous) of the southern Pyrenees, 50, 1051–1071. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2007.00695.x>
- Liesa, C.L., Soria, A.R., Meléndez, N. y Meléndez, A. (2006): Extensional fault control on the sedimentation patterns in a continental rift basin: El Castellar Formation, Galve sub-basin, Spain. *Journal of the Geological Society, London*, 163: 487-498.
- Ortega, F., Moratalla García, J., Sanz García, J., Delgado Buscalioni, Á., Valbuena, J., & Jiménez, S. (1996): Sobre la presencia de un cocodrilo fósil (*Crocodylomorpha*: *Neosuchia*: “*Goniopholis*” sp.) en la cuenca de Cameros (Cretácico inferior: Vadillos-San Román de Cameros, La Rioja). *Zubía*, 14, 113–120.
- Pereda Suberbiola, X., Galton, P. M., Torcida, F., Huerta, P., Izquierdo, L. A., Montero, D., Pérez, G. & Urien, V. (2003): First stegosaurian dinosaur remains from the early Cretaceous of Burgos (Spain), with a review of Cretaceous stegosaurs. *Revista Española de Paleontología*, 18, 143-150.
- Rofes, J. (2014): Los microvertebrados y el registro fósil: sistemática, biogeografía, biocronología y reconstrucciones paleoambientales. November. <https://doi.org/10.13140/2.1.5140.4481>.
- Romer, A. S. (1956): *Osteology of the Reptiles*. Ed. University of Chicago Press, 722 p.

- Ruiz-Omeñaca, J. I., & Canudo, J. I. (2001): Dos yacimientos excepcionales con vertebrados continentales del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel; Vallipón y La Cantalera. In *Naturaleza Aragonesa* (pp. 8–17).
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., & Cuenca-Bescós, G. (1997): Los dinosaurios del Jurásico y del Cretácico de la Cordillera Ibérica Aragonesa. I Encuentro Nacional de Estudios Sobre La Cordillera Ibérica, 119–130.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (1998): Primeros restos de reptiles voladores (Pterosauria: Pterodactyloidea) en el Barremiense superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*, 17: 225-249.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Bardet, N., Bermúdez-Rochas, D. D., Canudo, J. I., & Pereda-Suberbiola, X. (2006): Restos directos de vertebrados del Jurásico de Asturias. 3. Jornadas de La Sociedad Española de Paleontología, 171–172.
- Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (2003): Vallipón, el yacimiento con vertebrados continentales del Cretácico Inferior más completo de Europa. Grupo de estudios masinos.
- Salas, R. (1987): El Malm i el Cretaci inferior entre el Massís de Garraf i la Serra d’Espadà: anàlisi de conca.
- Sánchez Hernández, B. (2002): Asociación faunística de vertebrados mesozoicos de la localidad de Galve (Teruel). *Estudios Geológicos*, 58(5–6), 189–193.
- Thulborn, R. A. (1973): Teeth of ornithischian dinosaurs from the Upper Jurassic of Portugal, with description of a new hypsilophodontid (*Phyllodon henkeli* gen. et sp. nov.) from the Guimarota lignite. *Serviços Geológicos de Portugal, Memória* 22 (nova série):89-134.

## **Anexos**

Debido al contenido del trabajo y la extensión se muestran las imágenes del SEM y las diferentes tablas de presencia-ausencia y las tablas de interpretación paleoambiental a continuación.

<b><u>ANEXOS</u></b>	<b><u>1</u></b>
----------------------	-----------------

<b><u>ANEXO I: IMÁGENES REALIZADAS EN EL SEM (MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO DE CAMPO)</u></b>	<b><u>2</u></b>
--	-----------------

<b><u>ANEXO II: TABLA PRESENCIA-AUSENCIA</u></b>	<b><u>7</u></b>
--	-----------------

JURÁSICO	7
----------	---

CRETACICO	9
-----------	---

<b><u>ANEXO III: INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL.</u></b>	<b><u>19</u></b>
---	------------------

JURÁSICO	19
----------	----

CRETACICO	20
-----------	----

## Anexo I: Imágenes realizadas en el SEM (Microscopio electrónico de barrido de campo)

Cocodrilo:

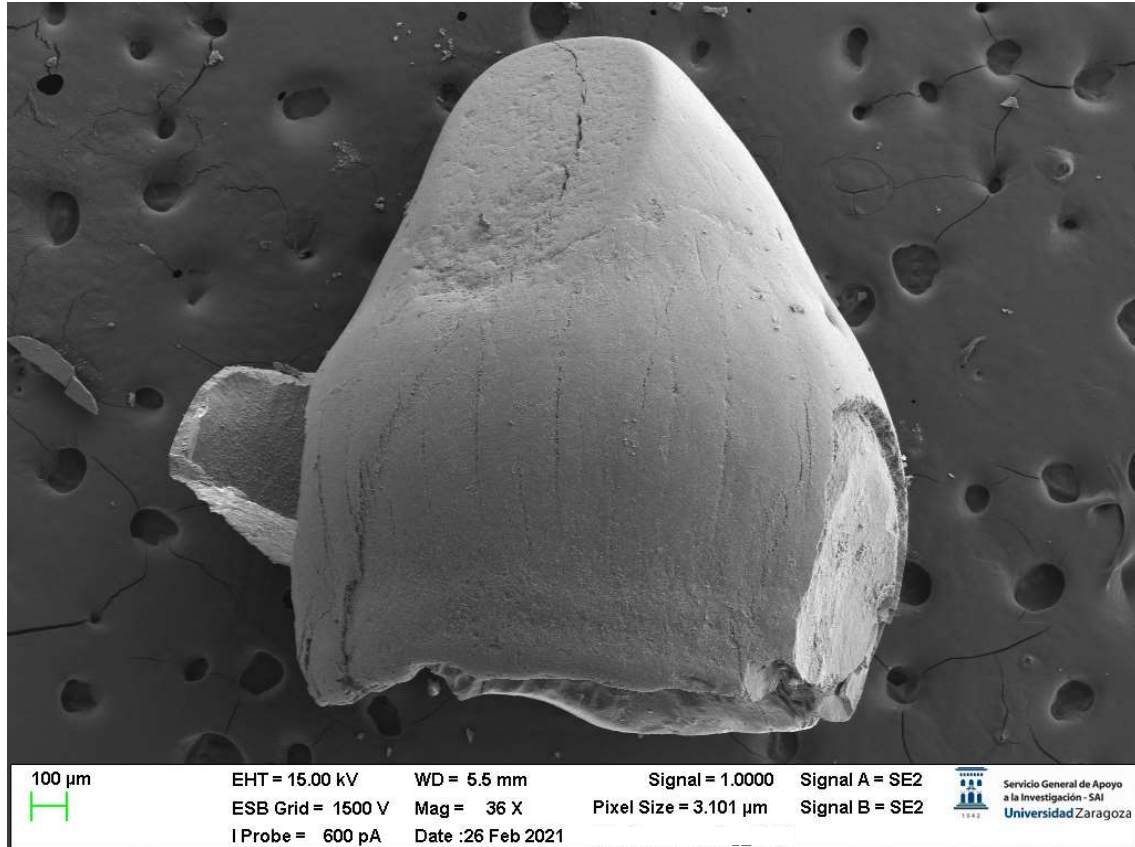


Imagen 1. *Theriosuchus* sp. se observa el esmalte grueso y las estriaciones en vista lingual.

*Hybodus parvidens*:

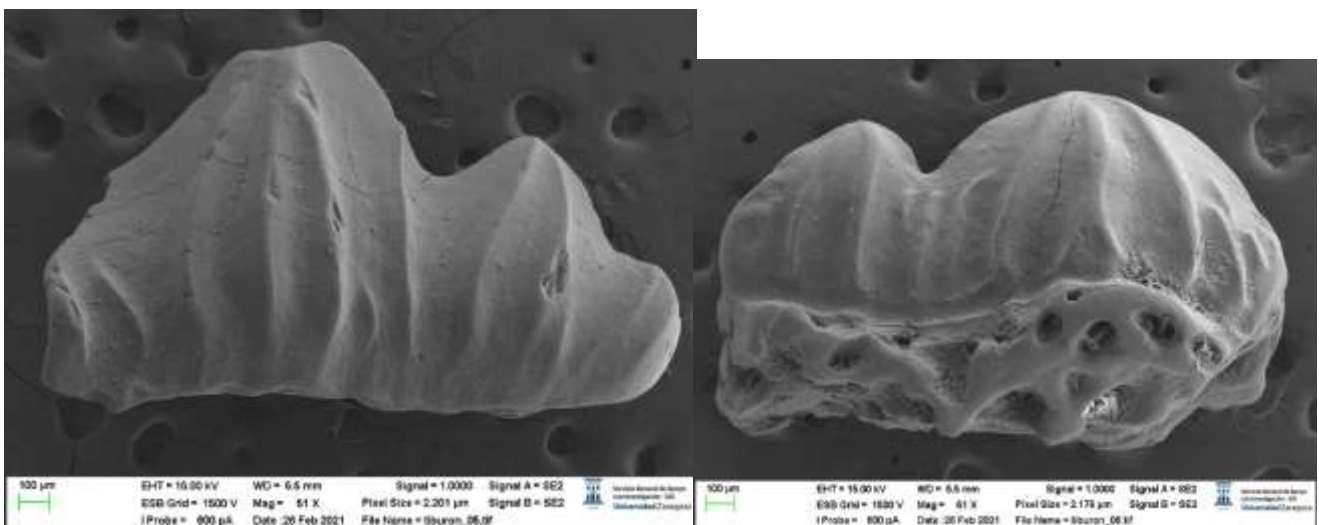
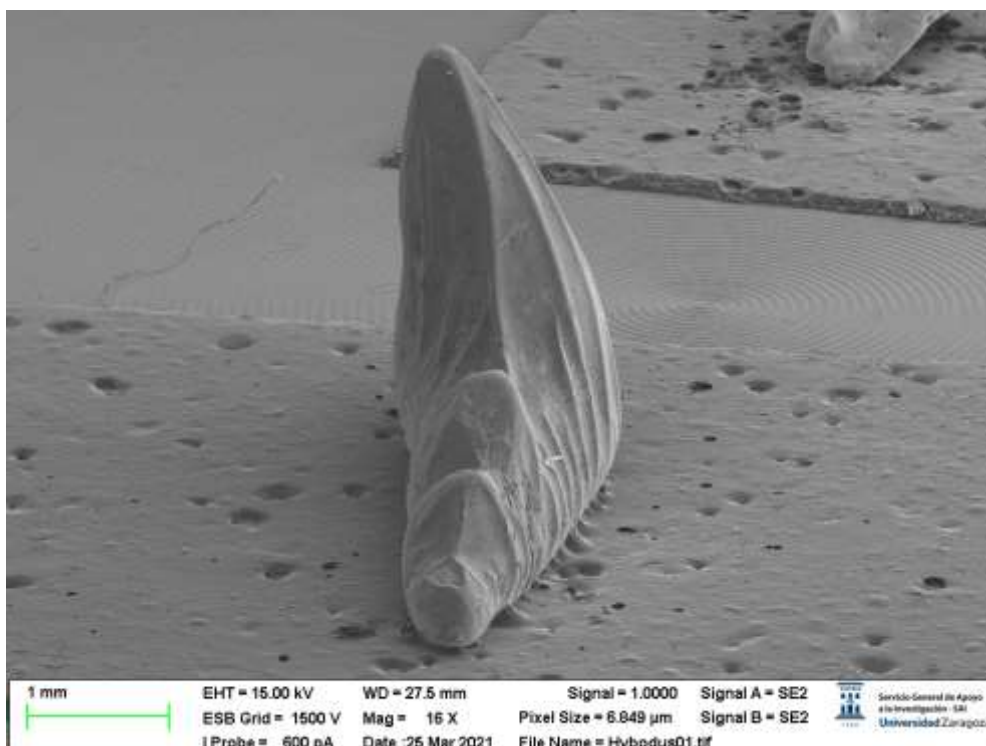
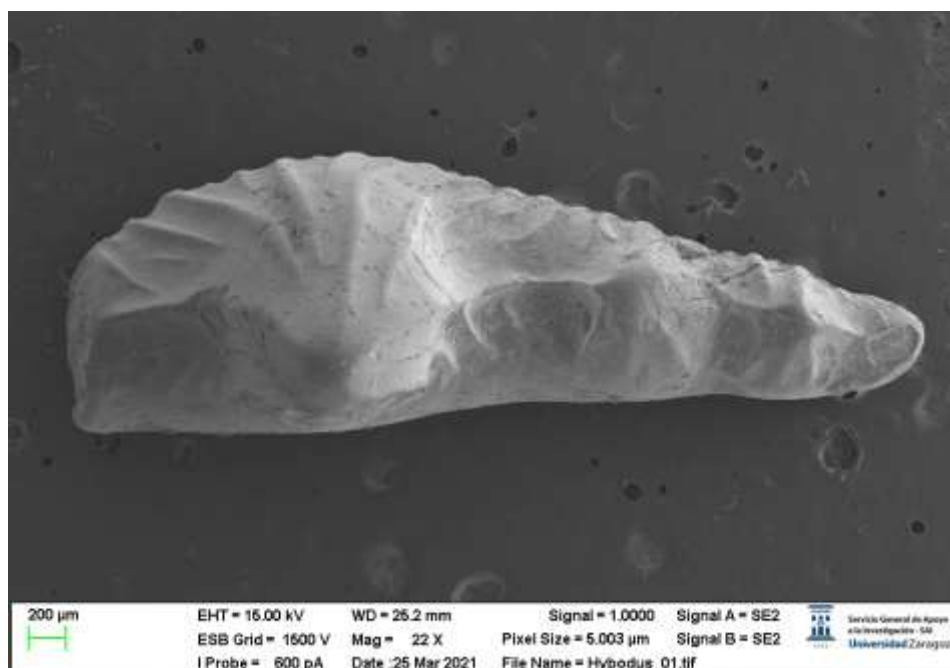


Imagen 2. *Hybodus parvidens* se observan a mayor detalle las crestas longitudinales y su bifurcación en vista lingual.

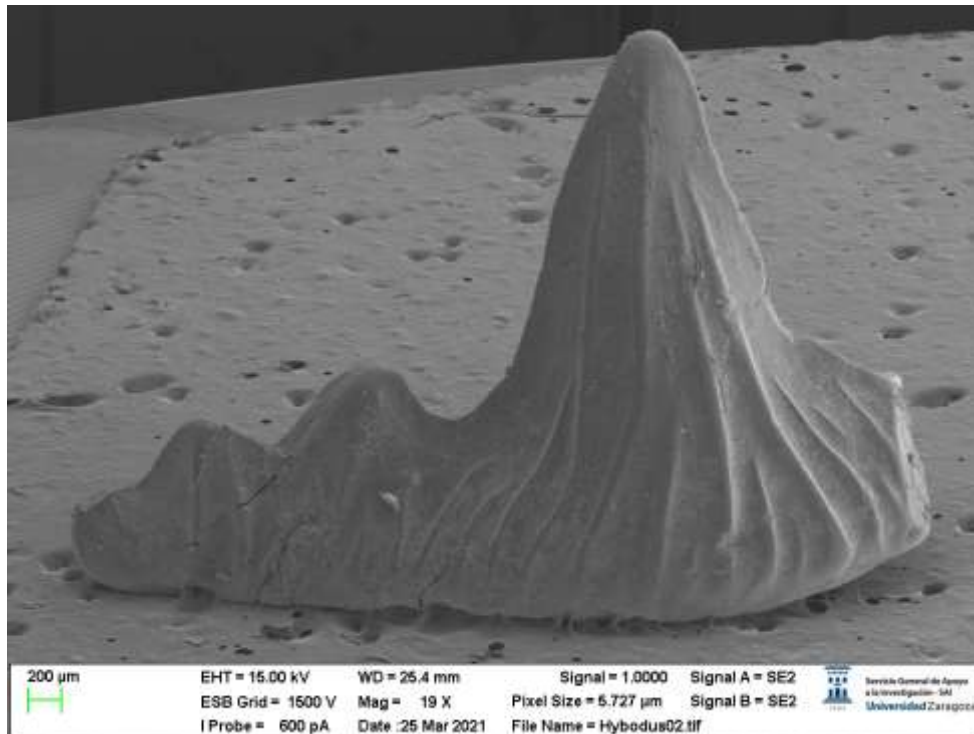




*Imagen 4. Hybodus parvidens en vista lateral, hacia la parte izquierda se sitúa la vista labial y hacia la derecha la vista lingual. En esta imagen se observa la curvatura del diente hacia la parte lingual.*



*Imagen 3. Hybodus parvidens en vista oclusal, en la cual pueden observarse las crestas longitudinales a partir de la transversal,*



*Imagen 5 Hybodus parvidens se observan a mayor detalle las crestas longitudinales muy marcadas, las cúspides accesorias de menor tamaño en vista labial.*

*Eoptolamna eccentrolopha:*

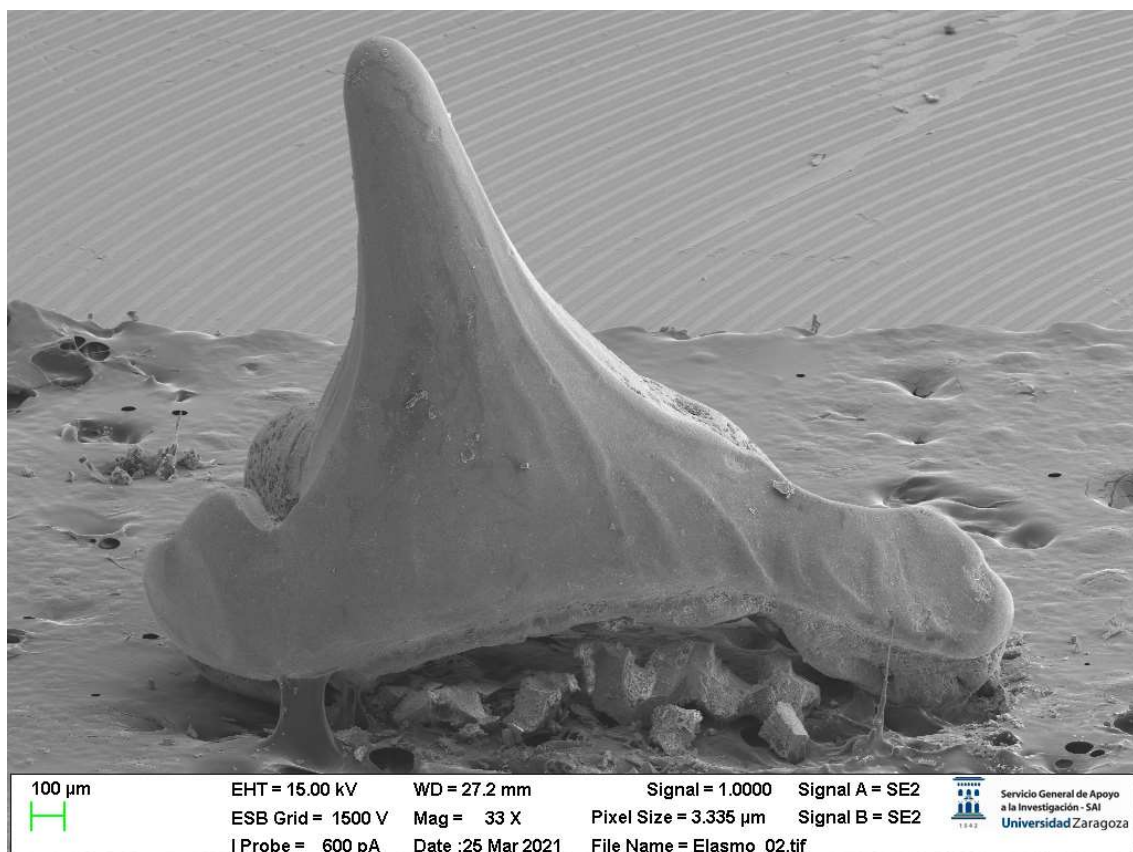


Imagen 7. *Eoptolamna eccentrolopha* en vista lingual, se puede observar la ornamentación es menos marca de en que en la imagen 5.

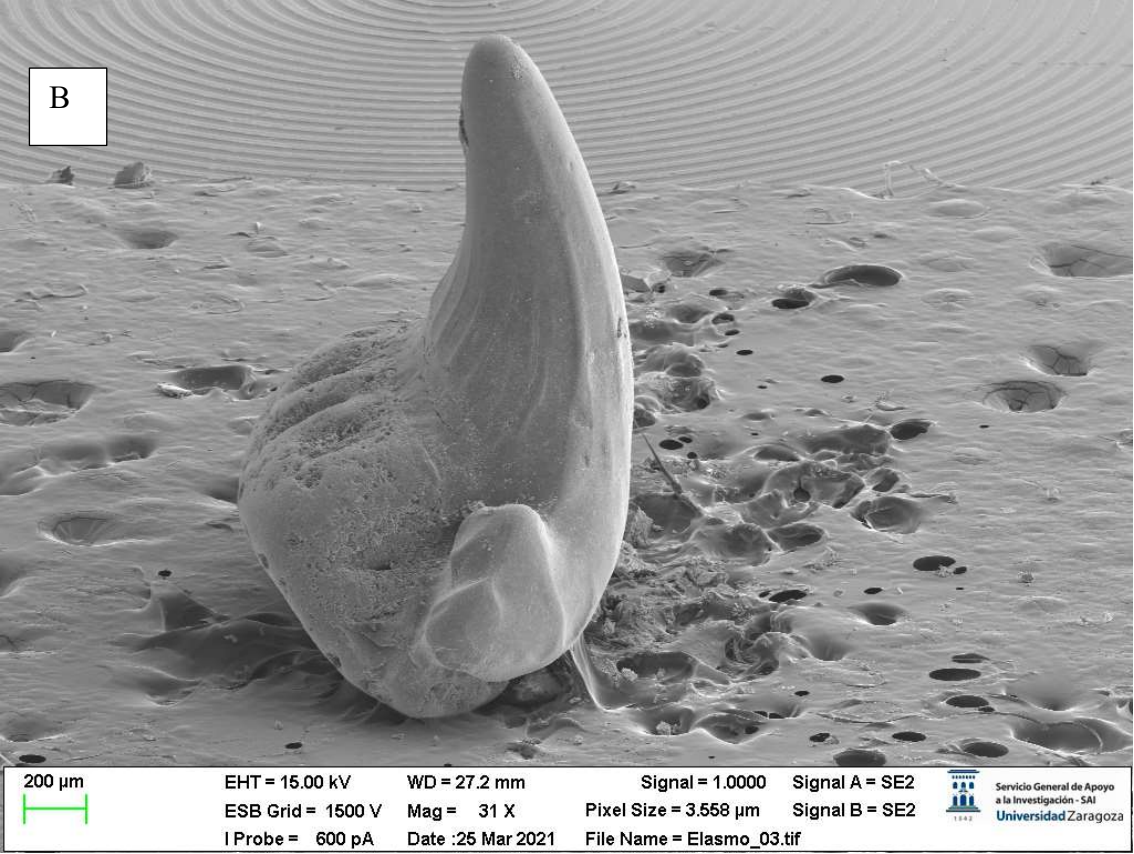
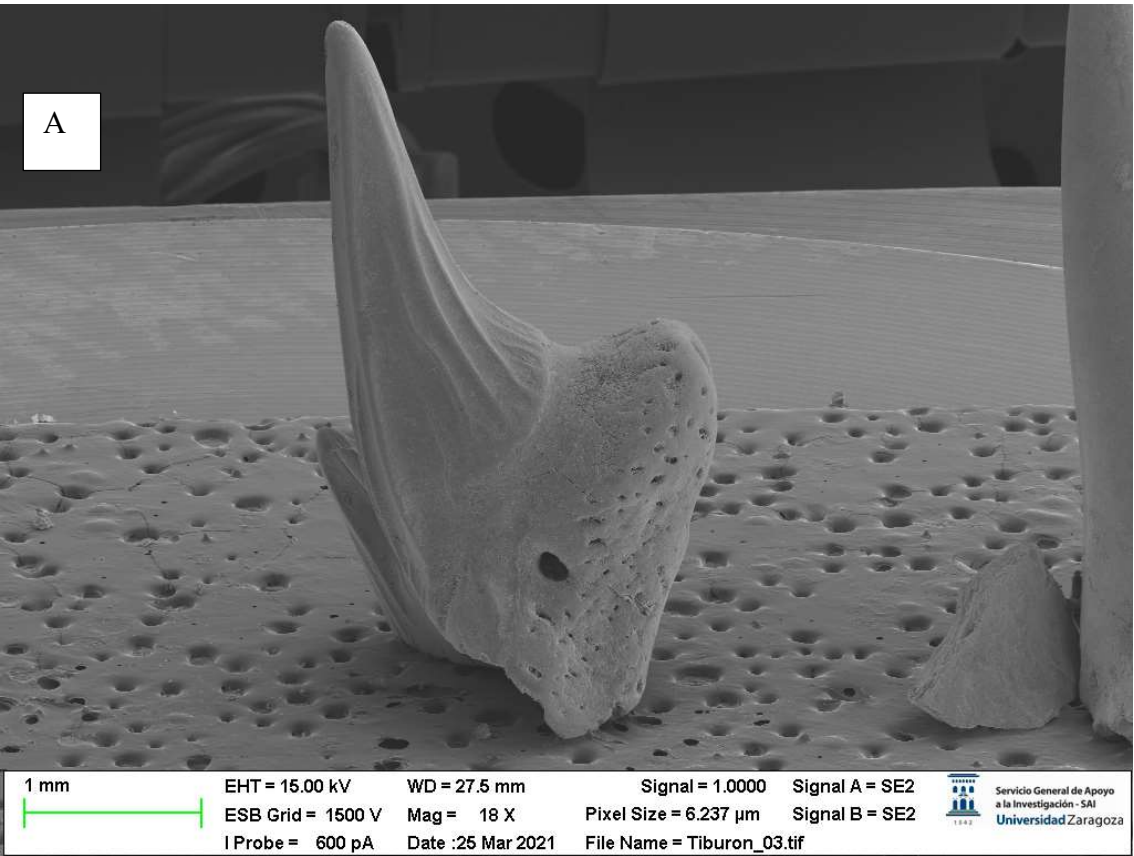


Imagen 6. Dientes en vista lateral. En Ambos dos se puede observar la curvatura hacia la parte lingual.



## Anexo II: Tabla presencia-ausencia

Jurásico

Yacimiento o/ Taxones	Osteichthyes											Chondrichthyes																				
	<i>Amiiformes indet.</i>	<i>Amiidae indet.</i>	<i>Arcodonichthys sp.</i>	<i>"Holostei" indet.</i>	<i>"Lepidotes" sp.</i>	<i>Ptychotrygonidae</i>	<i>Pycnodontiformes indet.</i>	<i>Semionotiformes indet.</i>	<i>Semionotidae indet.</i>	<i>Teleostei indet.</i>	<i>Asteracanthus sp.</i>	<i>Carchariniformes? Indet.</i>	<i>Cretolamna sp.</i>	<i>Egertonus sp.</i>	<i>Elasmobranchii</i>	<i>Hybodus parvidens y sp.</i>	<i>Heterodontiformes</i>	<i>Lamniformes indet.</i>	<i>Lissodus microselachos</i>	<i>Lissodus sp.</i>	<i>Lonchidion microselachos</i>	<i>Planohyodus sp.</i>	<i>Poliacradus parvidens</i>	<i>Poluacrodus sp.</i>	<i>Protolamna sp. Cf.P. sokolovi</i>	<i>Orectolobidae? Indet.</i>	<i>Rhinobatos sp.</i>	<i>Squaliformes? indet.</i>	<i>Squalogaleus? sp.</i>	<i>Sphenodus sp.</i>	<i>Sinechodus sp.</i>	<i>Scylliorhinidae indet.</i>
Cuesta Lonsal					x		x																									
Fm. Lastres	x	x					x		x							x																
Fm. Tereñes	x						x		x		x					x	x															
Fm. Vega									x																							
Fm. Rodiles								x				x				x		x		x						x	x	x	x	x	x	x

Yacimiento/ Taxones	Reptiles (testudines y lepidosauria)												Cocodrilomorfes																
	<i>Bernissartia fagessi</i>	<i>Goniopholis cf. crassidens</i>	<i>Paramacellodidae indet.</i>	<i>Testudines indet.</i>	<i>Theriosuchus sp.</i>	<i>Scuamata indet.</i>	<i>Meyasaturus sp.</i>	<i>Scincidae indet.</i>	<i>Lacertilia indet.</i>	<i>Plesiochelyidae indet.</i>	<i>Plesiosauridae indet.</i>	<i>Pterosauria indet.</i>	<i>Batagurinae indet.</i>	<i>Atoposauridae</i>	<i>Cf. Bernissartia</i>	<i>Goniopholididae</i>	<i>Unasuchus? Indet.</i>	<i>Mesoeucrocodylia indet.</i>	<i>Neosuchia indet.</i>	<i>Cf. Marchimosaurus sp.</i>	<i>Thalattosuchia indet.</i>	<i>Teleosauridae indet.</i>	<i>Theriosochus sp.</i>	<i>Goniopholis sp.</i>	<i>Goniopholis Cf. Crasidens</i>	<i>Bernissartia sp.</i>	<i>Bernissartia fagessi</i>	<i>Crocodylomorpha indet.</i>	
Cuesta Lonsal																													
Barranco Luca																													
Fm. Lastres				x																	x								x
Fm. Tereñes				x						x	x	x								x	x	x							x
Fm. Vega																													x
Fm. Rodiles											x																		



## Cretácico

[illegible]





Yacimiento/ Taxones	Cocodrilomorfes															Quenolios			
	<i>Atoposauridae</i>	<i>Cf. Bernissartia</i>	<i>Goniopholididae</i>	<i>Unasuchus? Indet.</i>	<i>Mesoeucrocodylia indet.</i>	<i>Neosuchia indet.</i>	<i>Cf. Marchimosaurus sp.</i>	<i>Thalattosuchia indet.</i>	<i>Teleosauridae indet.</i>	<i>Theriosochus sp.</i>	<i>Goniopholis sp.</i>	<i>Goniopholis Cf. Crasidens</i>	<i>Bernissartia sp.</i>	<i>Bernissartia fageesi</i>	<i>Crocodylomorpha indet.</i>	<i>Solemydidae indet.</i>	<i>Quelonia indet.</i>	<i>Pleurosternidae</i>	<i>Dortokidos</i>
Pochancalo 1	X	X	X															X	
Caña Seca	X	X	X													X	X		
Alto Molino 1	X																		
Vega de Pas 1																			
Rocha-Pelejón					X	X				X		X	X				X		
Las Zabacheras																			
Piegalo 0																			
Las Cerradicas																			
Carretera																			
Collado Abeja																			
El Cantalar																			

[illegible]

Yacimiento/ Taxones	Osteichthyes												Chondrichthyes																				
	<i>Amiiformes indet.</i>	<i>Amiidae indet.</i>	<i>Arcodonichthys sp.</i>	<i>"Holostei" indet.</i>	<i>"Lepidotes" sp.</i>	<i>Ptychotrygonidae</i>	<i>Pycnodontiformes indet.</i>	<i>Semionotiformes indet.</i>	<i>Semionotidae indet.</i>	<i>Teleostei indet.</i>	<i>Asteracanthus sp.</i>	<i>Carchariniformes? Indet.</i>	<i>Cretolamna sp.</i>	<i>Egertonus sp.</i>	<i>Elasmobranchii</i>	<i>Hybodus parvidens y sp.</i>	<i>Heterodontiformes</i>	<i>Lamniformes indet.</i>	<i>Lissodus microselachos</i>	<i>Lissodus sp.</i>	<i>Lonchidion microselachos</i>	<i>Planohybodus sp.</i>	<i>Poliacradus parvidens</i>	<i>Poluacrodus sp.</i>	<i>Protolamna sp. Cf.P.</i>	<i>Orectolobidae? Indet.</i>	<i>Rhinobatos sp.</i>	<i>Squaliformes? indet.</i>	<i>Squalogaleus? sp.</i>	<i>Sphenodus sp.</i>	<i>Sinechodus sp.</i>	<i>Scvliorhinidae indet.</i>	
Vallipón	x						x									x	x	x															
Vega de Pas 1	x	x				x		x						x		x				x	x	x											
Barranco del Hocino 1	x																																
Cantalera										x																							
Poca																x							x										
Cerrada Roya-Mina	x			x	x		x			x						x			x		x		x				x						
La Maca					x																												
Herrero	x			x	x	x	x			x						x					x											x	
P. Julián pario 1	x			x	x		x			x			x	x		x				x				x	x								
Pantano	x			x	x		x			x			x	x		x				x				x	x								
Pelejón	x			x	x		x			x			x	x		x				x				x	x								
Cuesta corrales	x			x	x		x			x			x	x		x				x				x	x								

Colladito Blanco	x			x	x		x			x			x	x		x		x	x	x			x	x	x		x					
Camino canales	x			x	x		x			x			x	x		x				x				x	x							
Carretera Allepuz-Gúdar	x		x			x									x							x										
					X																											
					X																											

Yacimiento/ Taxones	Anfibios									Reptiles (testudines y lepidosauria)												
	<i>Albanerpeton cf. Meacerobalus</i>	<i>Albanerpetontidae indet.</i>	<i>Caudata indet.</i>	<i>Discoglossidae indet.</i>	<i>Eodiscoglossus cf. Santoniae</i>	<i>Galverpeton ibericum</i>	<i>Geodiscoglossus santoniae</i>	<i>Lissamphibia indet.</i>	<i>Proserpinidae indet.</i>	<i>Bernissartia fagei</i>	<i>Goniopholis cf. crassidens</i>	<i>Paramacellodidae indet.</i>	<i>Testudines indet.</i>	<i>Theriosuchus sp.</i>	<i>Scuamata indet.</i>	<i>Meyasaurus sp.</i>	<i>Scincidae indet.</i>	<i>Lacertilia indet.</i>	<i>Plesiochelyidae indet.</i>	<i>Plesiosauridae indet.</i>	<i>Pterosauria indet.</i>	<i>Batagurinae indet.</i>
Vallipón												X										
Cantalera		x										X										
Poca										X	X	X		X								
Poyales													X									
Cabezo Santa Bárbara											X			X								
Cerrada Roya-Mina										X			X		X	X		X				
San Cristobal																						
La Maca													X									
Herrero	X	X			X	X	X						X		X							
P. Julián pario 1		X	X	X	X	X						X	X		X		X					
Pantano		X	X	X	X	X						X	X		X		X					
Pelejón		X	X	X	X	X						X	X		X		X					
Cuesta corrales		X	X	X	X	X						X	X		X		X					
Colladito Blanco		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X				X	X
Camino canales		X	X	X	X	X						X	X		X		X					
Corrales del Pelejon 2																					X	

Yacimiento/ Taxones	Cocodrilomorfes															Quenolios			
	<i>Atoposauridae</i>	<i>Cf. Bernissartia</i>	<i>Goniopholididae</i>	<i>Unasuchus? Indet.</i>	<i>Mesoeucrocodylia indet.</i>	<i>Neosuchia indet.</i>	<i>Cf. Marchimosaurus sp.</i>	<i>Thalattosuchia indet.</i>	<i>Teleosauridae indet.</i>	<i>Theriosochus sp.</i>	<i>Goniopholis sp.</i>	<i>Goniopholis Cf. Crasidens</i>	<i>Bernissartia sp.</i>	<i>Bernissartia fageissi</i>	<i>Crocodylomorpha indet.</i>	<i>Solemydidae indet.</i>	<i>Quelonia indet.</i>	<i>Pleurosternidae</i>	<i>Dortokidos</i>
Vallipón	X		X							X			X						X
Barranco del Hocino 1			X																
Cantalera			X							X			X						
Poyales																X			
Cabezo Santa Bárbara						X					X								
Cerrada Roya-Mina						X				X				X			X		
Herrero										X	X		X						
P. Julián pario 1						X	X			X	X		X						
Pantano						X	X			X	X		X						
Pelejón						X	X			X	X		X						
Cuesta corrales						X	X			X	X		X						
Colladito Blanco						X	X			X	X		X				X		
Camino canales						X	X			X	X		X						
Carretera Allepuz-Gúdar	X	X	X	X															
Zarzalbo	X															X			

[illegible]

San Cristobal																								
La Maca																								
Santa Barbara																								
Herrero			X		X			X			X			X	X									
P. Julián pario 1			X		X			X			X						X					X		
Pantano			X		X			X			X						X					X		
Pelejón			X		X			X			X						X					X		
Cuesta corrales			X		X			X			X						X					X		
Colladito Blanco			X		X			X			X						X					X		
Camino canales			X		X			X			X						X					X		
Corrales del Pelejon 2																								
Carretera Allepuz-Gúdar																								



### Anexo III: Interpretación paleoambiental.

En todas las tablas de este anexo M: Marino; F: Fluvial; T: Transicional; C: Continental; L: Lacustre; LM: lacustre con influencia marina; FM: Fluvial con influencia marina; FL: Fluvio-lacustre; PL: Palustre-lacustre; PL: Palustre-lacustre.

Jurásico

			Asturias				Zimbal	Barranco Luca	Guimarota	Porto dal Barcas	Pai Mogo
			Fm. Rodiles	Fm. Vega	Fm. Tereñes	Fm. Lastres					
Jurásico	Superior	Titonico								FM	FM
		Kimmerigiense		F	M	FL	T	C	LM		
		Bajociense	M								

Cretácico

Cretácico inferior	Herrero		
	P. Julián pario 1	T	T
	Pantano	T	
	Pelejón	T	
	Cuesta corrales	T	
	Colladito Blanco	T	
	Camino canales	T	
	Corrales del Pelejon 2	L	
	Carretera Allepuz-Gúdar	M	
	Pochancalo 1	FM	
	Caña Seca	PL	
	Alto Molino 1	L	
	Vega de Pas 1	MT	
	Las Zabacheras	L	
Cretácico inferior	Piegalo 0		
	Porto Pinheiro	FM	
	Barremiense superior		
	Barremiense inferior		
	Valanginiense-Hauteriviense		
	Berriasiense superior		
	Berriasiense		

		Santa Barbara	Cerrada Royamina	Cabezo Santa Bárbara	Poyales	Poca	Cantalera	Ladruñan	Barranco del Hocino 1	Vallipón	Uña	Las Hoyas	Buenache	Pié Pajarón
Cretácico inferior	Barremiense superior									M	L	L	P	L
	Barremiense inferior	M	FM	F	F	LM	P	PL	P					
	Valanginiense-Hauteriviense													
	Berriasiense superior													
	Berriasiense													

		El Beltrán	Mas de Romeu	Mas Macià Querol	Mas de Guimerà	Mas de Eroles	El Canteret	El Solanet	Santa Agueda	El povet de Sant Llàcer	Cantera del Mas de la Parreta	Laño	Taveiro	Quitanilla del Coco
Cretácico superior	Campaniense-Maastrichtiense												F	L
	Campaniense											L		
	Aptiense-Santonense	L	L	L	L	L	C	C	C	C	T			

